

Aus dem Institut für Huf- und Beschirrungskunde
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.

Vorstand: Prof. Dr. Erwin Moser.



Beitrag zur Anatomie und Pathologie des Hufbeins, insbesondere der Hufbeinäste.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität M ü n c h e n

vorgelegt von

A d a m M u s z a r

appr. Tierarzt aus Schag in Rumänien.

München 1930

Druck von J. Gottschwinter.

Aus dem Institut für Huf- und Beschirrkunde
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.

Vorstand: Prof. Dr. Erwin Moser.

Beitrag zur Anatomie und Pathologie des Hufbeins, insbesondere der Hufbeinäste.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität M ü n c h e n

vorgelegt von

A d a m M u s z a r

appr. Tierarzt aus Schag in Rumänien.

München 1930

Druck von J. Gotteswinter.

Meinen Eltern
in herzlicher Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München.
(Referent: Prof. Dr. Erwin Moser.)

Einleitung.

Unter den zahlreichen pathologischen Vorgängen, die teils durch progressive teils durch regressive Ostitiden Veränderungen am Hufbein schaffen, treten jene im Bereiche der Hufbeinäste besonders häufig in Erscheinung. Diese Vorgänge führen hier entweder zu einer Knochenzubildung im Bereiche der Hufbeinäste (processus volares), und zwar sowohl ihrer oberen (proximalen) Fortsätze auf Kosten der Hufknorpel in der Form der Hufknorpelverknöcherung, als auch ihrer unteren (distalen) Fortsätze in der Verlängerung des Hufbeinsohlenrandes, wobei jede dieser Veränderung für sich oder beide gleichzeitig entstehen oder bestehen können. Die diese häufig auftretenden Hufkrankheiten veranlassenden Ursachen sind mittelbare, soweit die Stellung und Gangart des Pferdes den ersten Anstoß hiezu geben oder unmittelbare, indem anormale Druck- und Zugverhältnisse im Zusammenhang mit versäumter Hufpflege oder fehlerhaftem Beschlag zu Gewebsreizungen und damit zu entzündlichen Vorgängen führen können. So entsteht die Hufknorpelverknöcherung infolge Zerrungen, die zu Reizungen und zu einer schleichenden, allmählich die Umwandlung des Knorpels in Knochengewebe veranlassenden Entzündung und somit zur Verhärtung der Hufknorpel führten. Außerdem entsteht als Folge entzündlicher Zustände beim Zwanghuf, im Bereiche des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes Knochenanlagerung und Verlängerung desselben. Die Häufigkeit dieser Knochenzubildungen im Bereiche des oberen und unteren Fortsatzes des Hufbeinastes legen die Frage nahe, ob nicht diese pathologischen Prozesse einer eigentümlichen Wachstumstendenz dieser Teile des Hufbeins entspringen, insoferne sie vielleicht nur die Fortsetzung embryonal oder jugendlich abgeschlossener Wachstumsvorgänge darstellen.

Um der Lösung dieser wissenschaftlich wie praktisch bedeutsamen Frage näher zu kommen, hat mich Herr Professor Dr. Moser beauftragt, die Entwicklung vor allen dieser Gegend des Hufbeins zu verfolgen.

Schrifttum (Literatur).

Wenn wir das Schrifttum auf einschlägige Arbeiter durchsuchen, so finden wir in dem äußerst umfangreichen Schrifttum über die Hufkunde nur wenige, die sich mit dem Hufbein näher befassen und keine, welche die normalen und pathologischen Vorgänge im Bereiche des Hufbeinastes im Sinne der vorgelegten Frage behandeln. Hinsichtlich der fetalen Entwicklung des Hufbeins geben folgende Autoren näheren Aufschluß.

Nach Möller (1872) gestaltet sich schon in den ersten Monaten des Embryonallebens, nachdem die Gliedmaßen als kleine Stümpfchen hervorgewachsen sind, an ihren unteren Ende die Hufform, die man an dem 8 Wochen alten Fetus bereits deutlich an den Umrissen erkennen kann. Das Hufbein ist in diesem Stadium noch vollständig knorpelig, und entspricht in seiner Gestalt einigermaßen der Form seiner vollendeten Ausbildung. Im 3. und 4. Monate hat das Hufbein an Größe entsprechend zugenommen, ist jedoch noch vollständig knorpelig. Bei einem 6 Monate alten Fetus ist das Hufbein am unteren Ende bereits bis über die Mitte verknöchert, während unter der Gelenkfläche noch eine 5 mm dicke Knorpellage vorhanden ist. Die Gelenkfläche liegt mit dem oberen Rande der Krone in demselben Niveau. Das Hufbein eines 10 Monate alten Fetus ist bis auf eine Knorpellage, welche dem Gelenkknorpel unmittelbar sich anschließt, zum größtenteile verknöchert. Das Hufbein des Neugeborenen ist, bis auf eine Knorpellage, welche unter dem Gelenke liegt, verknöchert; diese Knorpellage ist am vorderen Gelenkrande am stärksten, an dieser Stelle bildet sie den noch fehlenden Kronenfortsatz. Die Wandfläche des Hufbeines ist von oben nach unten etwas vertieft, dementsprechend erscheint auf dem Medianschnitt der Rand, welchen die durchschnittene Fläche der Zehenwand bildet, nicht als eine gerade verlaufende Linie, sondern etwas nach innen gebogen. Möller

will durch seine Untersuchungen überzeugt sein, daß bei der Geburt sämtliche Teile des Hufes angelegt und soweit ausgebildet sind, daß eine wesentliche Änderung in der Form und den Bestandteilen desselben nach der Geburt nicht mehr eintritt. Diejenigen Veränderungen, welche im extrauterinen Leben vorkommen, würden sich lediglich auf die Größe des ganzen Hufes und seiner einzelnen Teile beziehen.

Saarni (1919) behandelt die intrauterine Entwicklung des Extremitätenskeletts. Er beschreibt auch eingehend die Entwicklungsvorgänge am Hufbein. Nach ihm verhält das Hufbein sich während der Entwicklung ganz anders als die übrigen Phalanxen. Er untersuchte Feten von verschiedenem Alter und fand, daß bei einem Fetus von 3,2 cm Länge die Endphalanx außerordentlich lang ist, und annähernd eine zylindrische Gestalt hat. In der Mitte ist sie leicht eingeschnürt, und verjüngt sich gegen das distale, mehr abgerundete Ende. Beim Fetus von 4,2 cm Länge ist die Phalanx tertia ebenfalls noch sehr lang, aber sie hat ihre zylindrische Form verloren, sie nimmt gegen das distale Ende an Stärke rasch ab und endet schwach kolbig verdickt. Beim Fetus von 7,4 cm Länge ist die kolbige Verdickung am Distalende verschwunden, und die dritte Zehe hat eine konische Form angenommen. Sie ist relativ sehr lang und knorpelig, aber von einer an der Endspitze anliegenden knöchernen Endkappe umgeben. Wie Saarni erwähnt, hat auch Retterer diese Endkappe schon beobachtet. Die knöcherne Endkappe umgibt die Spitze der Endphalanx wie ein Saum, der an der distalen Spitze der Endphalanx am breitesten ist und sich proximal bzw. volar allmählich verschmälert, um schließlich etwas vom Rande des Knorpels entfernt einen spitzen Fortsatz zu bilden. Beim Fetus von 8,7 cm Länge fand Saarni die Spitze der Endphalanx schon verknöchert, der Knochensaum aber reicht noch weiter als die Verknöcherung. Beim Fetus von etwa 25 cm Länge ist die Verknöcherung der Endphalanx bis zu den beiden Fortsätzen des Saumes fortgeschritten und nur diese sind von dem Knochensaume getrennt wahrnehmbar, der übrige Teil des Saumes ist mit der verknöcherten Endphalanx völlig zusammengeschmolzen. Die ganze Phalanx ist verhältnismäßig kürzer und breiter ge-

worden. Bei fortschreitender Verknöcherung verschwindet allmählich die konische Form der Phalanx tertia, die anfangs schmale, lange und zu einer Spitze sich verjüngende Endphalanx wird kürzer und breiter, die Spitze rundet sich halbmondförmig ab. Die beiden seitlichen Fortsätze, die Überbleibsel der Endkappe und die späteren Anlagen der Hufbeinäste verlängern sich proximal und sind noch nach der Geburt mit ihren freien, hinteren Enden von der übrigen Phalanx getrennt. Später erst wachsen sie mit dem Phalanxkörper bzw. mit dem dorsalen Hufbeinaste zusammen und es bleibt nur noch ein Asteinschnitt, bzw. ein Astloch übrig, als Andeutung des ursprünglichen Zustandes. Was den Unterschied in Bezug auf Form während der Entwicklung zwischen Vorder- und Hinterhufbeinen betrifft, fand Saarni, daß in den Stadien, in denen die Endphalanx zu verknöchern anfängt, hier ein Unterschied hervortritt. Die Phalanx tertia der Beckengliedmaße ist dann schmaler, als die der Schultergliedmaße. Allmählich wird der Unterschied kleiner und zur Zeit der Geburt sind beide Endphalanxen proximal gleich breit. Auch ist die Endphalanx der Vordergliedmaße länger, als die der Hintergliedmaße. Bald aber gewinnt die Endphalanx der Beckengliedmaße an Länge, aber nur vorübergehend, denn etwa von der 20. Woche ab, sind beide Endphalanxen wieder gleich lang. Darnach aber wird die Endphalanx der Beckengliedmaße etwas länger.

Nach Zietzschmann (1924) beginnt die Entwicklung der Gliedmaßen im 2. Monat des fetalen Lebens. In dem schaufelförmigen Anhang der Extremitätenstummel bildet sich ein vorknorpeliges, und dann ein knorpeliges Skelett aus, welches langsam der Verknöcherung anheimfällt. Die einzelnen Knorpelteile des Skeletts entstehen nacheinander vom Rumpfe gegen die Peripherie zu. Die Phalanx tertia verknöchert nach Zietzschmann perichondral, und zwar beginnt die Verknöcherung derselben im 2. bis 3. Monat. Die Phalanx tertia hat nur einen Verknöcherungspunkt, dem beim Pferde ein zweiter, intrauterin schon verschmelzender Herd in der proximalen Epiphyse sich beigesellt. Alle Mittelfußknochen zeichnen sich durch den Besitz eines zweiten, des proximalen Epiphysenkernes aus, der allerdings rasch in Verschmelzung gerät, genau wie auch der

zur dem Pferde zukommende distale Epiphysenherd in der ersten und zweiten Phalanx vom 8. und 9. Monat ab auftritt und ein ebensolcher am proximalen Ende des Hufbeins.

Nach Bonnet, Martin und Zietzschmann differenzieren sich eine Anzahl von Zentren, die durch die sich ausbreitende Chondrifikation, die Anlagen der späteren Skelettindividuen, Knorpelstücke liefern. Die Knorpelindividuen wachsen in kurzer Zeit zu einer Gestalt aus, die im Großen und Ganzen der des ausgebildeten Skelettstückes gleicht. Die Knorpelgrundlage verknöchert alsbald, und zwar primär. Der Modus der Verknöcherung hängt von den einzelnen Skelettelementen ab.

Auch Hertwig fand, daß der Verknöcherungsprozeß am Anfange des 3. Monats beginnt, indem das Knorpelgewebe zerstört und durch Knochenmaße ersetzt wird.

Das Hufgelenk — wie auch die übrigen Gelenke — entstehen nach Zimmermann (1923) und Bonnet (1907) in der Zeit des vorknorpeligen Stadiums des Skeletts. Das zellenreiche, an Stelle der späteren Gelenkhöhle, zwischen den knorpeligen Skeletteilen gelegene Gewebe, die Zwischenscheibe, wird durch die auf ihre Kosten wachsenden Knorpelenden von der Peripherie her vermindert, schwindet schließlich, und die Knorpelenden berühren sich dann gegenseitig. Nach Schwund des Zwischengewebes tritt zwischen den knorpeligen Gelenkenden eine schmale Spalte auf, die erste Anlage der primitiven Gelenkhöhle. Die einzelnen Skeletteile sind durch Bindegewebe miteinander verbunden, das sich im Verlauf der Entwicklung zum späteren Kapselband ausbildet.

Die Gelenkfläche des Hufbeins ist, wie Knauer (1909) und Gläsel (1916) berichten, während des intrauterinen Lebens nach oben gewölbt, also konvex. Auch hat Knauer im achten Trächtigkeitsmonat die Hufbeinkappe als noch nicht entwickelt gefunden. Bei Fohlen aber, die ihre Gliedmaßen bereits zum Unterstützen benützen, fand er die Hufbeinkappe schon angedeutet und auch die Gelenkfläche schon etwas nach unten durchgewölbt.

Bezüglich der Lage des Hufbeines im Verhältnis zur Hornkapsel will Greyer (1911) dasselbe in der Hornkapsel ganz eingeschlossen gefunden haben. Er behauptet, daß das

Hufbein nur mit dem vorderen oberen Teil der Gelenkfläche die Kronenrinne erreicht.

Was den Verknorpelungs- und Verknöcherungsprozeß betrifft, so beginnt dieser in der schon erwähnten Zeit des intrauterinen Lebens, nach Martin (1912) in Form Dichtlagerung rundlicher Zellen im embryonalen Mesenchym. Die fertig angelegten Knorpelstücke sind im Gegensatze zu den verschwommenen Vorknorpelanlagen durch eine bindegewebige Umhüllung, das Perichondrium oder die Knorpelhaut, von der Umgebung scharf abgegrenzt. Nur die Gelenkenden sind frei von diesem Überzug, der im übrigen auch bei dem Ersatze des Knorpels durch Knochen als Periosteum bestehen bleibt, d. h. die Knorpelhaut verwandelt sich dann in die Knochenhaut.

Auch Corlens (1928) behauptet, daß die Endphalanx aus zwei verschiedenen Komponenten gebildet werden, und zwar aus einem knorpelpräformierten Hauptstück und einer nicht knorpelpräformierten Endpartie. Letztere wird durch Bindegewebssossifikation sehr früh angelegt, und zwar zur selben Zeit, wie die erste Verknöcherung in den proximalen langen Röhrenknochen.

Wie Stolch (1920) erwähnt, macht die Endphalanx in der Verknöcherung eine Ausnahme gegenüber den übrigen Extremitätenknochen, die darin besteht, daß sie von der Spitze aus verknöchert und nur Spongiosa gebildet wird. Der Verknöcherungsprozeß ist also ein rein enchondraler, in dem die Knorpelanlage durch Knochenmaße ersetzt wird. Stolch fand bei einem 202 Tage alten Fetus den verknöcherten Teil aus Knochenbälkchen zusammengesetzt. Am dichtesten waren diese am und in der Nähe des Hufbeinrandes gelegen, wo die Knochenmaße fast keine Lücken aufwies. Der übrige Teil der verknöcherten Zone bestand aus untereinander zusammenhängenden Knochenbälkchen. Diese waren in der Nähe der Ansatzstellen der Sehnen derart angeordnet, daß sie zueinander mehr oder weniger parallel und gleichzeitig in der Zugrichtung der betreffenden Sehnen verliefen. In der Mitte des verknöcherten Teiles und an der Verknöcherungszone war ihre Anordnung unregelmäßig. In der Mitte der Verknöcherung fand Stolch einen größeren Raum, der von Knochenbälkchen nur wenig durchzogen war.

Das völlig entwickelte Hufbein zeigt zweierlei Strukturen (Ellenberger-Baum, Martin, Leisering-Hartmann-Lungwitz, Riedel, Knauer, Gläsel, Albert, Richter). Es besteht aus einer Spongiosa, die mit einer Kompakta umgeben ist. Die Kompakta hat einen äußeren und einen inneren Abschnitt. Die Außenkompakta, Corticalis ist in den verschiedenen Abschnitten der Endphalanx in verschiedener Stärke vorhanden. Sie ist am stärksten in jenen Stellen entwickelt wo die Zugleistung am größten ist, am schwächsten dort, wo der Knochen dem größten Druck ausgesetzt ist. Wo starke Zugkräfte auf die Endphalanx wirken, sorgt die Aussenkompakta für die nötige Widerstandsfähigkeit, wo Druckwirkung besteht ist sie schwächer gestaltet, um nachgiebig und elastisch zu sein. Ihre stärksten Stellen hat sie nach Ellenberger-Baum am Processus extensorius, an der Crista semilunaris und an den Bandgruben; die schwächsten aber in der Gegend der Gelenkfläche und des Sohlenrandes. Riedel (1918) fand die Außenkompakta am stärksten an der Crista semilunaris und in der Gegend der beiden Sohlenlöcher, und zwar an den Vorderhufbeinen etwas stärker entwickelt als an den hinteren. Albert (1909) will die größte Stärke der Außenkompakta in der Nähe der Gelenkfläche, den schwächsten Durchmesser aber an der Wandfläche der Hufbeinäste beobachtet haben. Die Innenkompakta ist die Fortsetzung der Außenkompakta vom Foramen soleare aus in das Innere des Hufbeins, und sie bildet die Wand der Gefäßräume und -kanäle (Ellenberger-Baum). Sie zieht kanalartig von den Sohlenlöchern aus, in nahezu halbkreisförmigem Bogen, dicht oberhalb der Sohlencorticalis, in welche der Kanal zum Teil eingebettet ist, nach vorn. Die von diesem Kanal nach vorn, oben und nach den Seiten abzweigenden Kanäle die an der Wandfläche des Knochens münden, verfügen über eine schwache Kompakta (Gläsel). Riedel fand, daß die Innenkompakta an den beiden hinteren Gefäßkanälen, bezw. an den beiden Schenkeln des Canalis semilunaris am stärksten, an der Sohlenrandgegend der vorderen Gefäßkanäle aber am schwächsten entwickelt sei. Innerhalb der Gefäßhöhle bezw. dem gebogenen Mittelstück des Canalis semilunaris bildet die Innenkompakta pfeiler- und balkenartige Stützen, welche, Blutgefäße voneinander trennend, teilweise von der

Sohlenflächen- nach der Wandflächenkompakta sich erstrecken.

Die von der kompakten Knochenrinde eingeschlossen Spongiosa besteht aus starken, derben Knochenbalken, verschieden weite Hohlräume einschließend, die gegen die Hufbeinäste kleiner sind und auch die sie begrenzende Knochenbälkchen besitzen eine geringere Stärke (Albert).

Anatomisches Verhalten des Hufbeins.

Das völlig entwickelte, von allen pathologischen Veränderungen freie Hufbein stellt einen von 3 Flächen und ebensoviel Kanten begrenzten Knochen dar. Die dorsale Wandfläche ist nach vorn und nach den Seiten gekehrt, die dorso-caudal gerichtete Gelenkfläche dient zur Artikulation mit der zweiten Phalanx und dem kleinen Strahlbein, die volare Sohlenfläche ist am stehenden Pferd dem Erdboden zugewendet.

Wand- und Gelenkfläche sind durch den sogenannten Kronenrand, Margo coronarius, Wand- und Sohlenfläche durch den Sohlenrand, Margo solearis, und Gelenk- und Sohlenfläche durch den hinteren Hufbeinrand voneinander geschieden.

An der Stelle, wo alle 3 Flächen des Körpers zusammenstoßen, ist dieser Knochen jederseits in einen nach hinten gerichteten Fortsatz, dem Hufbeinast (processus volaris oder plantaris) ausgezogen.

Die Wandfläche, Facies parietalis, wölbt sich von einer Seite nach der anderen und ist beim ausgewachsenen Pferd in ihrem Verlaufe vom Kronen- nach dem Sohlenrande in ihrem vorderen Abschnitt unterhalb des Kronenfortsatzes leicht konkav eingebogen, weiter sohlenwärts geradlinig. Auf Horizontalschnitten besitzt sie beim Vorderhufbein eine fast halbkreisförmige Gestalt, beim Hinterhufbein dagegen mehr die eines Halbovals. Die Wandfläche ist schräg zur Sohlfläche gerichtet und zwar so, daß ihr vorderer und seitlicher Abschnitt am schrägsten steht und daß nach dem Hufbeinästen hin die Richtung allmählich steiler wird. Im allgemeinen ist die Richtung beim Vorderhufbein in der Regel eine schrägere als bei dem Hinterhufbein. In den verschiedenen Gegenden des Knochens ist die Wandfläche verschieden hoch. Der vorderste Wandabschnitt ist der höchste, gegen

ie Hufbeinäste hin verringert sich die Höhe allmählich. Durch viele kleine und größere Löcher, sowie durch kleine innenartige Vertiefungen erhält die Wandfläche eine rauhe, poröse Beschaffenheit. An beiden Seiten der Wandfläche zieht sich je eine von dem Hufbeinast herkommende Gefäßrinne entlang, die Wandrinne, *Sulcus parietalis* genannt. Sie ist am Hufbeinaste am tiefsten und beginnt hier in einem Ausschnitte, dem Astausschnitt, über dem das Hufbein einen beulenartigen proximalen Höcker bildet. Unterhalb dieser Rinne, und durch diese Rinne vom proximalen Höcker getrennt, befindet sich in der Verlängerung des Sohlenrandes der zweite Fortsatz des Hufbeinastes, nämlich der untere oder distale Fortsatz des Hufbeinastes. Manchmal ist der Astausschnitt auf einer Seite überbrückt und dadurch zu einem Loche umgeändert, dem sogenannten Astloche. Die Wandrinne verläuft unterhalb des genannten Höckers in leicht aufsteigender Richtung an der Wandfläche nach vorn, wird dabei immer flacher und verliert sich allmählich gegen die Hufbeinmitte hin, oder endet unmittelbar in einem Ernährungsloche. Dicht vor dem Hufbeinast oberhalb des *Sulcus parietalis*, befinden sich zu beiden Seiten unmittelbar unter dem Kronenrande die Bandruben für die Seitenbänder des Hufgelenkes. Die Gefäßlöcher der Wandfläche sind in der Nähe des Sohlenrandes besonders zahlreich. Auch bemerkt man hier dicht beieinander liegende, schmale, leistenartige Erhebungen, die strahlartig von oben nach dem Sohlenrande hin verlaufen, und an den verschiedenen Hufbeingegenden verschieden weit nach aufwärts zu verfolgen sind.

Die nahezu halbmondförmige Gelenkfläche, *Facies articularis*, stellt eine von oben nach unten und hinten gerichtete Gelenkvertiefung für das Kronbein dar. Sie wird durch das Strahlbein, für dessen Anschluß ihr schmaler hinterster Teil etwas schräg abfällt, kaudalwärts vergrößert. Durch einen flachen Saggitalkamm wird sie in eine etwas größere mediale und eine etwas kleinere laterale, glatte Fläche geschieden.

Die nach unten gekehrte, mehr oder weniger konkave Sohlenfläche, *Facies solearis*, ist beim Hinterhufbein mehr ausgehöhlt als beim Vorderhufbein. Durch eine rauhe Kante, die *Crista semilunaris*, die sich in einem nach vorne ge-

richteten konvexen Bogen von einem Hufbeinaste zum anderen hinzieht, wird die Sohlenfläche in zwei Abschnitte geteilt. Der vordere größere und mondsichelförmige, *Facies cutanea* oder „*Planum cutaneum*“, liegt tiefer, und ist in seinem vorderen und mittleren Teil glatt. Der hintere kleinere Teil, *Facies flexoria*, hat eine mehr halbmondförmige Gestalt und ist höher gelegen. Dicht hinter der *Crista semilunaris* befindet sich in der Mitte eine flache Beule, welche ebenso wie die *Crista* der tiefen Beugesehne zur Insertion dient. Beiderseits von der Beule sind zwei größere Ernährungslöcher, zu denen sich eine von der gleichseitigen Hufbeinaste kommende Rinne, *Sulcus solaris*, bogenförmig hinzieht.

Der Kronenrand trennt die Wandfläche von der Gelenkfläche und zieht vom Kronfortsatz (Streckfortsatz) nach beiden Seiten hin zum proximalen Fortsatz des Hufbeinastes.

Der Sohlenrand trennt die Wandfläche von der Sohlenfläche. Er ist scharf und zackig, zeigt zuweilen in der Mitte eine Einkerbung.

Der hintere Rand des Hufbeins, der die Gelenkfläche von der Sohlenfläche trennt, stößt mit dem Strahlbein zusammen und geht beinahe geradlinig von dem einen proximalen Fortsatz des Hufbeinastes zum anderen.

Der Streckfortsatz bildet den höchstgelegenen Punkt des Hufbeins. Er ist stumpf-dreieckig geformt und wird weil er der Strecksehne als Ansatzstelle dient, auch Streckfortsatz genannt.

Die beiden Hufbeinäste (*processus volares* oder *plantares*) beginnen seitlich am hinteren Hufbeinrande und bilden die am weitesten nach hinten reichenden Enden der Endphalanx. Sie werden nach dem Ende zu immer niedriger und schmaler. Jeder Hufbeinast hat zwei Fortsätze, einen proximalen und einen distalen. Diese sind durch den Ast einschnitt und durch die in den *Sulcus parietalis* sich fortsetzende Gefäßrinne von einander getrennt.

Der obere, proximale Fortsatz stellt, an die Bandgrube sich anschließend, einen mehr horizontalliegenden, nach rückwärts gerichteten stumpfen Höcker vor, an dem sich der Hufknorpel ansetzt. Der obere Rand desselben liegt mit dem hinteren Hufbeinrand fast in gleicher Höhe; der untere Rand bildet die obere Grenze der Wandrinne. Mi

dem höckerigen Fortsatz verbindet sich, denselben ver-
 stärkend, ein von der Crista seminularis kommender vor-
 er Wulst. Dieser Wulst (Fig. 12,c) tritt bei manchen Huf-
 en des Fohlenalters besonders deutlich hervor, und ist
 mer von dem distalen Fortsatz deutlich getrennt. An
 einem oberen Rand verläuft der Sulcus solearis. Im Be-
 eiche der Wandrinne hat der dorsale Fortsatz noch einen
 einen Höcker, welcher den Endteil des volaren Wulstes
 arstellt. Unterhalb dieses Höckers ist der Asteinschnitt,
 weilan nur das Astloch.

Der untere distale Fortsatz ist spitz und stellt den am
 eitesten nach rückwärts gelegenen Winkel des Hufbeins
 ar. Sein unterer Rand ist die Fortsetzung des Sohlrandes
 es Hufbeins, in dem der hinterste Teil der Wand- und
 er hinterste Teil des mondsichelförmigen Abschnittes der
 ohlenfläche, zusammenstoßen. In der Beschaffenheit weicht
 von jener des proximalen Fortsatzes ab, indem er eine
 uhe, binsteinähnliche Oberfläche hat, demnach weniger
 assiv erscheint.

Untersuchungsmaterial und Technik.

Bei meinen Untersuchungen verwendete ich Hufe von
 eten und von Fohlen verschiedenen Alters sowie von aus-
 wachsenen Pferden. Die Hufe bekam ich teils in frischem
 istande aus dem Institut für Geburtskunde und aus dem
 esigen Schlacht- und Viehhof, größtenteils aber schon kon-
 erviert aus der Sammlung des Instituts für Huf- und Be-
 irrungskunde. Verschiedene Hufe wurden, bevor ich die-
 en der Untersuchung unterwarf, photographiert und mit
 m Röntgenapparat durchleuchtet. Die frischen Hufe,
 elche zur Anlegung von Längs- und Querschnitten be-
 mmt waren, wurden mit einer 4%igen Formalinlösung
 iziert und in einer gleich starken Lösung längere Zeit
 härtet. Die Präparation geschah auf zweierlei Weise,
 nachdem das Material frisch oder konserviert war. Am
 schen Hufe habe ich die Hornkapsel und das meiste der
 eichteile mit dem Messer entfernt und nachher die Hufe
 -2 Tage lang im warmen Wasser der Erweichung über-
 sen, bis Hufbein und -knorpel von den Resten des
 icken Gewebes leicht gesäubert werden konnten. Die
 nservierten Hufe wurden vor der Präparation 3—4 Tage

lang in fließendem Wasser gewässert und nachher präpariert. Die Mazeration war an diesem konservierten Material nicht möglich, weshalb ich Hufbein und -knorpel mit einem Messer und scharfem Löffel von den Weichteilen befreite.

Die Längsschnitte, welche zur Feststellung der Lagerbeziehungen des Hufgelenkes zur Hornkapsel dienten, habe ich durch die Medianebene gelegt und somit Sagittalschnitte hergestellt. Die Messungen wurden immer an einer Hälfte des Hufes vorgenommen und zwar in der Weise, daß ich zwei fixe Punkte, den höchstgelegenen der Krone an der Zehenwand und den am Ballen, wo der Hornsaum sich in den Hornstrahl umschlägt, durch eine gerade Linie mit einander verband (Fig. 1). Von dieser Richtlinie aus wurden dann die Entfernungen der einzelnen Teile der Endphalanx gemessen. Es waren diese: die Entfernung des höchsten Punktes des Hufbeins (Streckfortsatz), die Entfernung des tiefsten Punktes der Kronhufbeingelenkfläche, und die Entfernung des tiefsten Punktes des hinteren Gelenkrandes, sämtliche Entfernungen senkrecht zur Verbindungsebene aufgenommen.

Die Festlegung der Verhältnisse der Spongiosa und Kompakta geschah an den Längs- und Querschnitten. In verschiedenen Querschnitten wurden in kleinen Abständen Linien parallel zur Gelenkfläche des Hufbeins gelegt.

Am präparierten Material habe ich die Länge der Seitenwandfläche vom Kronen- bis zum Tragrand, die der Sohlenfläche vom hinteren Hufbeinrand bis zum vorderen Sohlenrand und den Sagittaldurchmesser der Kronhufbein- und Strahlhufbeingelenkfläche gemessen. Die Breitenverhältnisse des Hufbeins wurden an dessen proximalem Ende, im Bereich des oberen und unteren Fortsatzes des Hufbeins, betrachtet. Um die Wachstumsrichtung kontrollieren zu können, habe ich am Hufbein als fixen Punkt den höchstgelegenen Punkt am Kronenrand, nämlich die Spitze des präformierten, bezw. ausgebildeten Streckfortsatzes angenommen. Durch diesen wurde eine Vertikalebene gelegt und von dieser aus, einerseits die Entfernung des distalsten Punktes der Endphalanx am Sohlenrand, andererseits die Entfernung der Spitze des proximalen und distalen Fortsatzes des Hufbeinastes festgestellt (Fig. 2).

An den Hufknorpeln habe ich die Länge, vom vorderen bis zum hinteren Rand, die Höhe vom unteren bis zum

eren und die Dicke derselben, am unteren Rand gegessen.

Zwecks Anfertigung mikroskopischer Präparate wurden Knochen und Knorpel vorbehandelt. Die zur histologischen Untersuchung ausgewählten Stücke kamen 2–8 Tage lang (nach dem Alter kürzere oder längere Zeit) in eine Entkalkungsflüssigkeit, bestehend aus 7,5 Teilen Salpetersäure, mit einem spez. Gewicht von 1,4, und 100 Teilen Wasser. Die entkalkten Stücke wurden mit dem Gefriermikroton in Längsschnitte zerlegt und dieselben mit Haemalaun-Eosin, Oraxkarmin und Callaja gefärbt.

Die Befunde über das untersuchte Material sind in Gruppen zusammengefaßt. Maßgebend waren bei dieser Einteilung die zeitlichen Differenzierungen und die Verschiedenheiten in den Wachstumsverhältnissen der einzelnen Teile des Hufbeins. Von den 6 Gruppen fallen 3 auf die präterine und 3 auf die postuterine Zeit. In der ersten Gruppe sind die Beobachtungen an den Hufbeinen und Knorpeln der Feten bis zu einem Alter von 7 Monaten, in der zweiten bis zum 9. Monate und in der dritten Gruppe bis zum Ende des embryonalen Lebens geschildert. Die vierte und fünfte Gruppe umfassen die Befunde, welche an den Endphalangen der Fohlen zu Tage traten und zwar die vierte Gruppe die Wachstumsvorgänge innerhalb des ersten Jahres, die fünfte Gruppe jene des zweiten Jahres, bzw. bis zum Zeitpunkt, wo das Hufbein seine vollständige Entwicklung erreicht hat und als ausgebildet zu bezeichnen ist. Die sechste Gruppe befaßt sich mit den erwachsenen Hufbeinen, insbesondere mit deren pathologischen Veränderungen im Gebiete des Hufbeinastes und dessen beiden Fortsätzen.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß die untersuchten Fufe Feten und Fohlen verschiedenen Schlages angehörten. Damit ist es zu erklären, daß die Messungszahlen sich so verschieden gestalteten, obwohl der Altersunterschied vielleicht kein so großer war. Es liegt klar, daß z. B. die Größenverhältnisse des Hufbeins eines älteren Fetus des Kaltblutslages mit denen eines vielleicht 2–3 Monate alten Fohlens des Warmblutslages völlig übereinstimmen. Trotz dieses Umstandes, der die Untersuchung erschwerte, war es doch möglich, die hier einschlägigen Verhältnisse relativ zu beurteilen und festzulegen.

Befunde.

I. Gruppe (bis zum 7. Monat, Fig. 3, 4, 5, 6).

Die Hufe haben alle eine deutlich konische Form, verjüngen sich gegen das Ende und es tritt nur die Wandfläche deutlich hervor. Der Strahl ist nur angedeutet, die Form einer flachen Hervorhebung, die seitlich durch seichte Furchen von der Umgebung begrenzt ist. Das Horn ist noch sehr weich, besonders an der Spitze des Hufchens (Eponychium).

Die Gelenkfläche erscheint auf dem Längsschnitt schwach konkav, verläuft von oben etwas nach unten und hinten. Die Strahlhufbeingelenkfläche ist ebenfalls niedriger gradig konvex.

Das Hufbein liegt größtenteils in der Hornkapsel eingeschlossen, nur der vordere Teil des Kronenrandes ragt über dieselbe hinaus; folglich kommt auch ein Teil der Kronhufbeingelenkfläche außerhalb dieser zu liegen. Eine Ausnahme bildeten zwei Hufe, bei denen der höchste Punkt des Kronenrandes mit der Krone in ein Niveau fiel. Das Hufgelenk liegt — ausgenommen die zwei erwähnten Hufe — bei welchen es in die Hornkapsel ganz eingeschlossen war, größtenteils zumeist bis zu zwei Drittel der Gelenkfläche innerhalb der Hornkapsel.

Die Wandfläche verläuft im Bereiche der Zehe vom Kronenrand bis zum Sohlenrand mäßig nach innen gebogen, ist also konkav. Auch die Seitenteile der Wand zeigen diesen konkaven Verlauf, doch ist der Grad der Wölbung an diesen nicht so hochgradig als im Bereiche der Zehe. Von der Mitte gegen die Seiten zu, nimmt die muldige Vertiefung an Stärke allmählich ab und ist lateral sehr geringgradig. Die Wandfläche ist am verknöcherten Teil etwas rau, besonders in der Nähe des Sohlenrandes. In ihrer unteren Hälfte ist dieselbe von zahlreichen kleinen Gefäßlöchern durchsetzt, welche die Rauigkeit mitbedingten Rinnen oder sonst welche Vertiefungen sind an derselben nicht vorhanden.

Die Sohlenfläche zeigt noch wenig Differenzierung. Teils ist sie eben, leicht konvex oder konkav. Der von den Sohlenlöchern lateral gelegene Abschnitt der Sohlenfläche liegt tiefer als der in der Mitte. Die später deut-

her hervortretende Wölbung nach oben hat ihren größten Grad in der Nähe des hinteren Hufbeinrandes, gegen den Gelenkrand wird sie allmählich flacher und ist in der Nähe der Spitze des Hufbeins gänzlich verschwunden. Die Sohlenfläche ist in dem verknöcherten Teil glatt, ausgenommen an den Sohlenrand angrenzenden Teil, welcher eine etwas rauhe Struktur aufweist.

Der Sohlenrand ist an den Hufbeinen der Vorderextremität, wie auch an denen der hinteren, nach vorne zugespitzt. Derselbe ist an den vorderen kantig, an den hinteren mehr oder weniger abgerundet, an beiden aber gleich. Einkerbungen an demselben sind nicht sichtbar. Der Gelenkrand zieht bis zur Verbindungsstelle des Hufknorpels mit dem präformierten proximalen Fortsatz des Hufbeines, jedoch ist er an der Stelle der Verknöcherungszone durch den Asteinschnitt unterbrochen.

Der Kronenrand der Hinterhufbeine ist halbkreisförmig, der vorderen ebenfalls, gegen den hinteren Gelenkrand geht nach außen gezogen. Der hintere Hufbeinrand verläuft bei sämtlichen Hufbeinen geradlinig.

Die Gelenkfläche des Hufbeins ist durch eine, parallel zum hinteren Hufbeinrand ziehende kantige Erhebung in eine größere dorsale Kronhufbein- und in eine kleine Kralhufbeingelenkfläche getrennt. Die Kronhufbeingelenkfläche ist von vorne nach rückwärts mäßig konkav. Die Kralhufbeingelenkfläche zieht den hinteren Hufbeinrand entlang, verschmälert sich lateral und endet schließlich am Gelenksitz.

Das Hufbein ist breiter als lang, seine größte Breite besitzt es am proximalen Ende zwischen den Ansatzstellen des Hufknorpels. Das Hufbein nimmt in diesem Stadium an Größe in zwei Richtungen zu. Die Wand streckt sich in distaler Richtung, dadurch kommt der Sohlenrand im Verhältnis zum Kronenrand entfernter zu liegen. Die andere Wachstumsrichtung ist eine caudale und bezieht sich auf die hintere Hälfte des Hufbeins. Das Hufbein wird länger und zwar nimmt die Gelenkfläche an Umfang deutlich zu und auch die Hufbeinäste vergrößern sich nach rückwärts. Der Größerwerden besteht zwischen dem proximalen und distalen Fortsatz des Hufbeinastes gewissermaßen ein Zusammenhang. Um einen Einblick in den Wachstumsvor-

gang zu gewinnen, seien die Messungsergebnisse zweier Hufbeine von verschiedenem Alter erwähnt. Bei einem 5 Monate alten Fetus liegt der distalste Punkt des Sohlenrandes 1,2 cm entfernt von der durch den höchsten Punkt des Kronenrandes gelegten Vertikalebene (Fig. 2); die Spitze des volaren Fortsatzes des Hufbeinastes liegt 0,14 cm oral von der des dorsalen Fortsatzes 0,37 cm caudal von genannter Ebene. Anders liegen die Verhältnisse bei dem Fetus vom Alter von 6 Monaten. Hier ist die Entfernung zwischen dem oralsten Punkt des Sohlenrandes und der Vertikalebene 1,14 cm, die Spitze des volaren Fortsatzes des Hufbeinastes fällt mit der genannten Ebene zusammen, die des dorsalen Fortsatzes liegt 0,54 cm caudal von dieser. Die Wachstumstendenz der einzelnen Teile des Hufbeins ist also in diesem Stadium im großen und ganzen gleich, das Hufbein nimmt in oraler und auch in caudaler Richtung an Größe proportional zu.

Der Verknöcherungsprozeß ist am Hufbein bis etwa über die Hälfte desselben fortgeschritten, die Gelenkzone ist noch vollständig knorpelig. Die Knorpellage ist bei einem 6 Monate alten Fetus an der Wandfläche im Bereiche der Zehe ca. 5 mm breit, nimmt lateral an Breite zu und ist im Bereiche der Hufbeinäste am breitesten. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes stellt eine kleine verknöcherte Spitze dar, deren oberer Rand mit der Verknöcherungszone in ein Niveau fällt. Der proximale Fortsatz des Hufbeinastes ist vollständig knorpelig. Beide Fortsätze sind durch eine schmale Spalte voneinander getrennt, die mit Bindegewebe ausgefüllt ist. Der Streckfortsatz ist in Form einer schwachen Hervorhebung des mittleren Abschnittes des Kronenrandes knorpelig präformiert.

Der Längsschnitt durch das Hufbein hat eine dreieckige Form. Der von der Wandfläche gebildete Schenkel des Dreiecks ist nach innen gebogen, konkav; der von der Sohlenfläche gebildete nach außen, also konvex. Auf dem Längsschnitt sind zweierlei Strukturen feststellbar, nämlich eine Spongiosa und eine diese umhüllende Corticalis. Die Spongiosa besteht aus weichen Knochenbälkchen, die kleine Hohlräume umfassen; in der Spitze aber ist ein größerer Raum vorhanden, welcher von Knochenbälkchen frei ist. Die Corticalis hüllt diese weiche Spongiosa ein, ist

er selbst noch nachgiebig, doch hat sie eine festere Konsistenz als erstgenannte.

Der Hufknorpel hat eine unregelmäßig viereckige Form. Der obere Rand desselben ist bei den 36 und 37 cm langen Hufen geradlinig, bei den übrigen schwach konkav; der vordere und untere Rand verläuft unterschiedlich, der hintere aber ist bei sämtlichen Hufknorpeln schwach konkav. Die Ränder sind alle abgerundet; der ganze Knorpel ist in weiches Bindegewebe eingebettet. Die Innenfläche ist geringgradig ausgehöhlt, die äußere schwach vorgewölbt. Der Knorpel ist in allen Teilen gleich stark. Er ist dem proximalen Fortsatz des Hufbeinastes, dessen laterale Fläche er nach vorn überragt, medial verbunden.

II. Gruppe (7. mit 9. Monat).

Die in diese Gruppe eingereihten Hufe haben noch eine konische, nach unten verjüngende Form. Sie haben an Größe entsprechend zugenommen, die Sohle ist flacher, sie beginnt sich von der Umgebung zu differenzieren. Der Huf ist hier auf der Bodenfläche schon flacher, die Strahlrillen und -furchen stellen mäßige Vertiefungen vor.

Das Hufbein fand ich bei allen untersuchten Hufen noch völlig in die Hornkapsel eingeschlossen. Der knorpelartig präformierte Streckfortsatz ragt über den Hornsaum bzw. Kronrand hinaus, folglich kommt auch ein Teil der Hufbeingelenkfläche außerhalb dieser zu liegen. Die Entfernung des höchsten Punktes des Streckfortsatzes von der Verwundungsebene zwischen Zehenkrone und Ballen variiert zwischen 1,4 und 4,5 mm (Fig. 1). Die Hufbeingelenkfläche verläuft mäßig nach unten gebogen in dorso-caudaler Richtung.

Die Wandfläche der Hufbeine hat in den einzelnen Abchnitten derselben einen verschiedenartigen Verlauf und Richtung. Im Bereiche der Zehenwand verläuft sie vom Zehenrand bis zum Sohlenrand, mäßig konkav, und zwar ist diese Konkavität in der Mitte der Wand am stärksten. Auch die Seitenfläche besitzt eine Konkavität, doch ist diese nicht so hochgradig als jene im Bereiche des Zehenendes. Durch den konkaven Verlauf der Wandfläche entsteht eine quer über das Hufbein ziehende Vertiefung, die in der Mitte des Zehenteils am tiefsten ist, lateral aber seichter

wird und sich dem Sohlenrande nähert. An den Seitenwänden fällt die tiefste Stelle der muldigen Vertiefung das untere Drittel derselben, in den Bereich der Verknöcherungszone. Der durch Wandfläche und Boden gebildete Winkel ist im Bereiche der Zehe ein spitzer, an der Seitenwand, wo dieselbe fast senkrecht zum Boden steht, ein stumpfer. Auch besteht in der Winkelung der Wand ein Unterschied zwischen Vorder- und Hinterhufbeinen. In der vorderen bildet einen spitzeren Winkel, als jene an den Hintergliedmaßen. Auch der konkave Verlauf derselben an den Hinterhufbeinen nicht so hochgradig als an den Vordergliedmaßen. Die Beschaffenheit der Wandfläche in der unteren Hälfte des verknöcherten Teils rau, besonders hochgradig ist die Rauheit an dem unmittelbar dem Sohlenrande anliegenden Teil und an den Hufbeinästen. Dieses Rauhsein ist durch die poröse Beschaffenheit des verknöcherten Abschnittes der Wandfläche und durch die zahlreichen kleineren und größeren Gefäßlöcher bedingt. In der oberen, noch knorpeligen Hälfte des Hufbeins ist die Oberfläche glatt; die Ansatzstellen der Gelenkbänder sind bei jüngeren Stadien noch nicht erkennbar. Vom 7. Monat des Embryonallebens an flacht sich die genannte Stelle ab und die Abflachung nimmt im Verlauf der Entwicklung allmählich zu.

Die Sohlenfläche ist bei sämtlichen Hufbeinen in der Querrichtung gewölbt, bei den hinteren stärker als bei den Vorderhufbeinen. Die Sohlenfläche ist im großen Ganzen glatt; ausgenommen die Nähe des Sohlenrandes, wo sie eine poröse Beschaffenheit hat. Die Ansatzstelle des tiefen Beugers ist noch nicht differenziert, auch eine *Crista semilunaris* ist noch nicht angedeutet.

Der Sohlenrand ist an den Vorder- wie an den Hinterhufbeinen abgerundet, Einkerbungen sind an denselben noch nicht feststellbar. Der Rand des präformierten proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes, fällt mit dem Sohlenrand in eine Richtung. Der Kronenrand verläuft beinahe halbkreisförmig, der hintere Hufbeinrand ist gerade verlaufend. Die mäßig konkave Gelenkfläche des Hufbeins ist durch einen sagittal ziehenden flachen Wulst in zwei laterale Teile getrennt. Bei den jüngeren Hufbeinen ist dieser Wulst noch sehr schwach, mit zunehmendem Alter aber wird er immer

entlicher und die Teilung der Gelenkfläche dadurch auch immer auffallender.

Das Hufbein ist breiter als lang; seine größte Breite hat es am Gelenksende, zwischen den Ansatzstellen der Knorpel. Die Differenz in der Breite zwischen proximalen und distalen Fortsätzen der Hufbeinäste wird immer geringer, und im Alter von 8 Monaten ist das Hufbein zwischen den beiden Fortsätzen gleich breit. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes ist schon ausgebildet, stellt eine verknöcherte Spitze in der Verlängerung des Sohlenrandes dar, die von dem knorpelig vorgebildeten proximalen Fortsatz durch einen schwachen Einschnitt getrennt ist. Der Einschnitt ist bei den jüngeren Hufbeinen sehr seicht und manchmal, wird aber infolge des Wachstums des Hufbeins immer breiter und tiefer. Der proximale Fortsatz des Hufbeinastes besteht noch aus reinem Knorpel.

Das Hufbein ist weit über die Hälfte verknöchert. Bei den jüngsten Endphalangen reicht die Verknöcherung bis zu den Sohlenlöchern, schreitet aber weiter und ist bei einem 8 Monate alten Fetus schon über die Sohlenlöcher hinweg. Das Gelenkende ist noch vollständig knorpelig. Die Knorpellage sitzt dem verknöcherten Teil auf und erscheint auf der Wand- und Sohlenfläche als ein Knorpelum, der von der Zehenwand ausgehend, immer breiter wird und lateral am breitesten ist.

Die Wachstumstendenz der proximalen Hälfte ist in diesem Stadium größer, als jene der distalen Hälfte des Hufbeins. Dasselbe hat aber in distaler wie in caudaler Richtung zugenommen. Verhältnismäßig hat der knorpelige proximale Fortsatz am meisten zugenommen, da er von der senkrechten Streckfortsatzlinie immer weiter nach rückwärts zu liegen kommt. Der distale Fortsatz hat sich ebenfalls verlängert in der Richtung der Fortsetzung des Sohlenrandes, und zwar caudo-lateral. Sein Ende liegt noch ein Stück vor der hinteren Begrenzungslinie des oberen Fortsatzes, also der Streckfortsatzlinie noch näher.

Die Spongiosa des verknöcherten Teils ist noch weich, wird aber im Verlauf der Entwicklung immer fester und ist bei einem 8 Monat alten Fetus schon weitaus härter, als bei den jüngeren. Die Corticalis ist gleich stark, schwindet aber gegen die Verknöcherungszone. Sie beträgt bei einem

205 Tage alten Fetus za. 1 mm, bei einem 290 Tage alten Fetus za. 1,5 mm; sie ist noch sehr nachgiebig. Der knorpelig proportionierte Streckfortsatz nimmt im Verlauf der Entwicklung an Größe relativ zu.

Die Hufknorpel haben bei sämtlichen untersuchten Feten die Form eines unregelmäßigen Vierecks. Der obere Rand ist mehr oder weniger wellig, in der Mitte starker, vorn und hinten in einem vorstehenden Winkel ausgezogen, der hintere Rand schwach konvex; der vordere ist bei Einzelnen gerade verlaufend, bei den anderen nach innen gebogen. Der untere Rand ist in allen verschiedengradig konvex. Der Hufknorpel ist in weiches Bindegewebe eingebettet, die Innenfläche ist ausgehöhlt, die äußere hervorgewölbt. Der obere und untere Rand ist bei den jüngeren Hufknorpeln scharfkantig, vom Alter von 242 Tagen ab wird der hintere immer mehr abgerundet. Der Hufknorpel ist bei dem Fetus von 205 Tagen in allen seinen Teilen gleich dick, stellt eine gleichmäßig starke Platte dar. Mit zunehmendem Alter nimmt die untere Hälfte an Dicke zu, wird stärker als die obere. Besonders dick ist der Knorpel eines 8 Monate alten Fetus in dessen unterer Hälfte, wo auf der Innenfläche am unteren Rand ein Wulst sich zu entwickeln beginnt. Die Außenfläche ist glatt, die innere bei den jüngeren ebenfalls, nur bei den älteren Hufknorpeln beginnt diese in der unteren Hälfte uneben zu werden.

III. Gruppe (9 Monate bis zur Geburt).

Die Hufe erreichen allmählich ihre bleibende Form. Die Sohle ist von der Wand schon abgegrenzt, der Strahl ist in seiner Entwicklung vorgeschritten, die Strahlgrube und -furchen haben an Tiefe zugenommen. Das Wandhorn ist hart, die Sohle mit weichem Horn bedeckt. Der Huf hat noch eine konische Form, ist an der Krone erheblich weiter als an der mit Eponychium bedeckten Sohle.

In diesem Stadium macht sich gleichsam ein teilweises Herauswachsen des Hufbeins aus der Hornkapsel bemerkbar. Gleichzeitig aber kommen einzelne Teile desselben wie die tiefste Stelle der Kronhufbeingelenkfläche und der hintere Hufbeinrand im Verhältnis zur Krone tiefer zu liegen. Die Entfernung zwischen der Richtungslinie und höchsten

Stelle des Kronenrandes, variiert zwischen 4 und 6½ mm. Um einen besseren Einblick in das Verhältnis, zwischen Hufbein und Hornkapsel zu gewinnen, seien zwei Beispiele erwähnt. Bei einem 70 cm langen Fetus liegt der höchste Punkt des Kronenrandes 2 mm oberhalb, die tiefste Stelle der Kronhufbeingelenkfläche 1,5 mm und der hintere Hufbeinrand 2 mm unterhalb der durch die höchsten Punkte der Krone an der Zehe und am Ballen gelegten Ebene. Erheblich höher liegt die Spitze des präformierten Streckfortsatzes bei dem Fetus im Alter von 32½ Tagen. Hier ist die Entfernung 6,0 mm; die tiefste Stelle der Kronhufbeingelenkfläche liegt 3,0 mm, der hintere Hufbeinrand 4 mm unterhalb der Verbindungslinie. Aus den angeführten Zahlen geht hervor, daß der präformierte Streckfortsatz nach oben hin zugenommen hat, also gleichsam aus der Hornkapsel herauswuchs, die tiefste Stelle der Gelenkfläche und der hintere Hufbeinrand aber tiefer in dieselbe zu liegen gekommen sind. Auch aus dieser Umstellung dürfte hervorgehen, daß das Hufbein in proximaler wie auch in distaler Richtung an Größe zunimmt. Die Gelenkfläche hat einen dorsoplantaren, von oben etwas nach unten gerichteten Verlauf. Der mittlere Teil des Kronenrandes des Hufbeins und der oberste Teil der Gelenkfläche liegen außerhalb der Hornkapsel, die unteren zwei Drittel der Gelenkfläche in diese eingeschlossen.

Die Wandfläche besitzt im Bereiche der Zehe, wie auch im Bereiche der Hufbeinäste, eine Konkavität. Der Zehenteil der Wandfläche verläuft vom Kronenrand bis zur Grenze des oberen und mittleren Drittels derselben geradlinig, im mittleren Drittel konkav und dann bis zum Sohlenrand wiederum gerade. Es entsteht hierdurch eine Vertiefung, die am Zehenteil am stärksten ist, lateral aber immer seichter wird und an den Hufbeinästen beinahe verschwunden ist. Diese muldige Vertiefung nähert sich lateral dem Sohlenrande. Die geschilderte Konkavität der Wand ist an den Vorder- wie auch an den Hinterhufbeinen vorhanden, nur besteht im Grad ein deutlicher Unterschied, indem die Vertiefung der Randfläche an den Hufbeinen der vorderen Extremität eine stärkere ist, als bei den letztgenannten. Auch in der Richtung der Wand bestehen Differenzen zwischen Vorder- und Hinterhufbeinen. Die

Wand der ersteren bildet mit dem Boden einen spitzere Winkel, als die der Hinterhufbeine, welche eine steilere Richtung hat. Auch die Seitenteile der Wand stehen erheblich steiler, als der schrägere Zehenteil. Eine vom Asteinschnitt ausgehende Wandrinne ist in diesem Entwicklungsstadium noch nicht vorhanden. Die Ansatzstellen der Gelenkbänder, lateral vom Kronenfortsatz, sind leicht abgeflacht.

Die Sohlenfläche verläuft in ihrem mittleren Teil, vom hinteren Hufbeinrand bis zum Sohlenrand, geradlinig. Außerhalb der Sohlenlöcher sind aber zwei verschieden gelagerte Abschnitte erkennbar, und zwar der dem hinteren Hufbeinrand anliegende Sohlenteil des distalen Fortsatzes und der zum Sohlenloch hinziehende Teil des proximalen Fortsatzes. Die ganze Sohlenfläche ist von der einen Seite zur anderen gewölbt, die der Hinterhufbeine stärker, als jene der Vorderhufbeine. Die Wölbung zeigt ihrem Grade nach auch Verschiedenheiten. Die Ansatzstelle des tiefen Beugers ist noch frei von Erhebungen und Rauigkeiten, auch ist die Crista semilunaris noch nicht angedeutet.

Der Sohlenrand ist an den Vorderhufbeinen halbkreisförmig, bei den hinteren mit einer kleinen Zuspitzung am Zehenteil herzförmig. Derselbe ist mehr oder weniger abgerundet, zackig. Eine Einkerbung am Zehenrande ist nicht vorhanden.

Der Kronenrand ist an den Hinterhufbeinen halbkreisförmig, bei den vorderen ebenfalls halbkreisförmig mit einer schwachen lateralen Abflachung. Der hintere Hufbeinrand verläuft geradlinig und bildet eine deutlich abgesetzte Kante.

Die Gelenkfläche ist von vorne nach hinten gleichmäßig konkav, die lateralen Teile derselben liegen etwas tiefer als der mittlere Teil. Jener Abschnitt der Gelenkfläche, wo das Strahlbein artikuliert, ist von der vorerwähnten Gelenkfläche durch eine, parallel mit dem hinteren Hufbeinrand ziehende knorpelige Kante, getrennt. Sie ist nach rückwärts abgedacht.

Das Hufbein hat an Größe bedeutend zugenommen, es ist viel breiter als lang. Seine größte Breite hat es am proximalen Ende, an den distalen Fortsätzen des Hufbeinastes. Das Hufbein nimmt, wie schon erwähnt, an Größe in der

Richtungen zu. Es streckt sich distal, wächst proximal und verbreitert sich lateral. Die Verbreiterung ist an der Wachstumsrichtung des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes am deutlichsten bemerkbar. Bei einem Fetus im Alter von 7 Monaten ist das Hufbein zwischen den proximalen Fortsätzen am breitesten; im Alter von 322 Tagen ist die Breite des Hufbeins zwischen proximalem und distalem Fortsatz des Hufbeinastes gleich. Die Spitze des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes liegt aber bei den erstgenannten noch 2 mm oral von der durch den höchsten Punkt des Streckfortsatzes gelegten Vertikalebene; bei dem Hufbein des 322 Tage alten Fetus kommt diese schon 4 mm caudal von der Vertikalebene zu liegen. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes mußte also, um in diese Lage zu kommen, sich nach rückwärts verlängern und hat sich auch lateral ausgedehnt. Die Spitze des proximalen Fortsatzes und der vorderste distalste Punkt des Sohlenrandes sind ebenfalls von dem Streckfortsatz weiter entfernt, als vorher.

Der distale Fortsatz des Hufbeinastes ist verknöchert und von dem knorpeligen proximalen Fortsatz durch einen leichten Einschnitt getrennt. Er ist spitz und hat eine caudale und schwach laterale Richtung. Der knorpelige proximale Fortsatz ist an der Ansatzstelle des Hufknorpels stumpf, in seinem an den distalen Fortsatz angrenzenden Teil kantig. Der Rand des distalen Fortsatzes fällt bei 8 Monate alten Hufbeinen mit dem Sohlenrand des Hufbeins in eine Linie und ist als Fortsetzung desselben anzusehen. Bei den späteren Stadien ist in der Richtung des hinteren Abschnittes des Sohlenrandes und in der des distalen Fortsatzes schon eine deutliche Abweichung festzustellen, indem der distale Fortsatz sich mehr nach außen dreht, während der proximale Fortsatz seine Wachstumsrichtung vor allem nach oben und rückwärts beibehält. Der knorpelig präformierte Streckfortsatz hat an Größe erheblich zugenommen und bereits die Form des am ausgewachsenen Hufe vorhandenen Fortsatzes angenommen.

Das Hufbein ist in diesem Stadium, mit Ausnahme einer unter dem Gelenk gelagerten Knorpelschicht, vollständig verknöchert. Im überwiegenden Teil des Hufbeins geht die Verknöcherung in proximaler Richtung voran, vom Grunde des Asteinschnittes aber auch proximo-lateral gegen

die Spitze des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes. Die Verknöcherungszone erleidet dadurch eine Brechung, sie ist über die Wandfläche geradlinig, oberhalb des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes biegt sie in einem Winkel nach unten ab und reicht bis zum Grunde des Asteinschnittes.

Der Längsschnitt der Hufbeine stellt ein unregelmäßiges Dreieck dar, dessen einer, von der Wandfläche gebildeter Schenkel länger (Streckfortsatz) und eingebogen ist, dessen anderer von der Sohlenfläche gebildeter mehr geradlinig verläuft. Die Spongiosa besteht aus weichen, schwachen Knochenbälkchen und dazwischen gelagerten Hohlräumen, die gegen die Spitze des Hufbeins an Größe zunehmen. Die Corticalis ist in der unteren Hälfte der Wandfläche des Zehenteils und an der Sohlenfläche am stärksten; sie beträgt an diesen Stellen bei einem 11 Monate alten Fetus 1,4 mm. Gegen das Gelenkende wird sie allmählich schwächer und verschwindet schließlich in der Nähe der Verknöcherungszone. Auch lateral gegen die Hufbeinäste nimmt sie an Stärke ab. Die Innenkompakta ist in diesem Alter noch sehr schwach entwickelt, am stärksten ist sie an den Eintrittsstellen der Gefäßlöcher.

Die Hufknorpel nehmen in diesem Stadium schon mehr eine längliche Form an. Der obere Rand ist scharfkantig und mäßig konkav, der hintere mehr oder weniger abgerundet, konvex; der untere ist bei einzelnen Hufknorpeln schwach konkav, bei den übrigen gerade verlaufend und sogar auch etwas konvex.

IV. Gruppe (innerhalb des ersten Jahres).

Die Hufe haben in diesem Alter ihre vollständige Entwicklung erreicht, sämtliche Teile derselben sind ausgebildet. Bei der Geburt ist die Sohle noch mit dem Eponychium bedeckt, das aber infolge der Inanspruchnahme der Gliedmaßen alsbald vertrocknet und abgerieben wird. Der Huf ist anfangs an der Krone noch weiter als an der Sohle; die Differenz wird aber allmählich kleiner und bei den Fohlen im Alter von 6 Monaten, ist der Huf an der Sohle und an der Krone nahezu gleich weit, die Seitenwände des Hufes stehen mehr senkrecht zum Boden.

Das Hufbein liegt mit seinem oberen Teil noch immer außerhalb der Hornkapsel, nur bei einem 10 Monate alten

Fohlen fand ich dasselbe völlig in diese eingeschlossen. Die Entfernung zwischen Spitze des Streckfortsatzes und Richtungslinie beträgt 2—8 mm; bei dem erwähnten Hufe über liegt der höchste Punkt des Streckfortsatzes 3 mm unterhalb der Ebene (Fig. 1). Am weitesten überragt der mittlere Teil des Kronenrandes (Streckfortsatz) die Hornkapsel bei dem jüngeren Hufe; bei dem 10 Monate alten Fohlen aber kommt die Spitze des Streckfortsatzes schon ganz in die Hornkapsel zu liegen. Der tiefste Punkt der Gelenkfläche liegt überall unterhalb der Verbindungslinie. Das Hufgelenk befindet sich sonst meistens in seinem oberen Abschnitt außerhalb, mit dem überwiegenden Teil aber innerhalb der Hornkapsel. Die konkave Gelenkfläche sieht dorso-plantar und caudal.

Der Verlauf der Wandfläche des Hufbeins zeigt an den Hinter- wie an den Vorderhufbeinen eine Brechung. Sie verläuft vom Kronenrand bis annähernd zur Mitte der Wandfläche geradlinig und dort abbiegend, in einer zum Boden gerichteten schrägeren Richtung wieder geradlinig bis zum Sohlenrand. Es entsteht durch diese Biegung der Wandfläche eine quer über das Hufbein ziehende muldige Vertiefung, die bei den Hufbeinen bis zu 2 Monate in der Mitte der Wandfläche, bei den über 2 Monate alten aber etwas näher zum Gelenkende fällt. Die Beschaffenheit der Wandfläche ist bei den in diese Gruppe eingereihten Hufbeinen verschieden. Bei dem jüngsten (ausgetragenes Fohlen) ist dieselbe größtenteils glatt, nur in der Nähe des Sohlenrandes ist sie schwach rauh. Mit zunehmendem Alter vergrößert sich dieses rauhe Gebiet und reicht bei dem 8 Monate alten Hufbein schon bis in die Mitte der Wandfläche. Die schmalen, miteinander parallel verlaufenden Knochenleistchen sind am jüngsten Hufbein kaum wahrnehmbar, vergrößern sich aber allmählich im Verlauf der Weiterentwicklung und sind bei dem 10 Monate alten Fohlen schon in einer ganz erheblichen Größe vorhanden. Auch die Gefäßlöcher, die zu der rauhen Beschaffenheit der Wandfläche beitragen, nehmen an Größe allmählich zu. Die von dem Asteinschnitt ausgehende und gegen die Mitte des Hufbeins ziehende Gefäßrinne ist bei den jüngeren Hufbeinen noch nicht vorhanden. Bei denen im Alter von 3 Monaten aber kommt sie in Form einer flachen, seichten

Rinne schon zum Vorschein und nimmt bei dem älteren Hufbeine an Tiefe und Breite fortwährend zu. Die Ansatzstellen der Gelenkbänder sind bei den jüngsten Hufbeinen noch nicht vertieft, sondern flach. Bei den 2—3 Monate alten ist die genannte Stelle schon leicht konkav und bei dem 10 Monate alten Fohlen ist eine deutliche, mäßig tiefe Grube vorhanden. Der Streckfortsatz ist nach der Geburt noch knorpelig, fällt aber im Verlaufe der Entwicklung der Verknöcherung allmählich anheim.

Die Sohlenfläche verläuft bei den Hufbeinen bis zu 14 Tage vom hinteren Hufbeinrand bis zum Sohlenrand in der Mitte des Hufbeins geradlinig. Sie ist von der einen Seite zur anderen gleichmäßig gewölbt. Die Sohlenfläche ist, ausgenommen die Nähe des Sohlenrandes und die dreieckige Form der Sohlenfläche des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes, welche porös ist, eben und glatt. Die Ansatzstelle des tiefen Beugers ist bei den bis 14 Tage alten Hufbeinen glatt, von Erhebungen frei, auch ist hier noch keine Andeutung einer *Crista semilunaris* feststellbar. Bei dem 2 Monate alten Hufbein ist zwischen den beiden Sohlenlöchern eine schwache Rauigkeit vorhanden. Der vom proximalen Fortsatz des Hufbeinastes bogenförmig zum Sohlenloch ziehende Wulst ist sichtbar, endet aber unweit vor den Sohlenlöchern. Bei dem Hufbein im Alter von 3 Monaten reicht diese wulstige Verdickung schon bis zu den Sohlenlöchern und hat an Stärke auch entsprechend zugenommen. Auch die Stelle des tiefen Beugers zwischen den Sohlenlöchern hebt sich über die Sohlenfläche heraus und bildet bei dem 10 Monate alten Hufbein schon ein deutlich höckeriges Gebilde.

Der Sohlenrand ist an den Vorderhufbeinen annähernd halbkreisförmig, an den Hinterhufbeinen herzförmig. Derselbe ist kantig und von den zahlreichen kleinen Einschnitten zackig. Einkerbungen im Bereiche der Zehe sind bei den jüngeren Hufbeinen noch nicht vorhanden. Im Alter von 8 Monaten aber ist der Sohlenrand an der Spitze des Hufbeins leicht abgeflacht und zuweilen auch schon eine Einkerbung feststellbar.

Der Kronenrand und hintere Hufbeinrand, wie auch die Gelenkfläche verhalten sich genau so wie in der vorherigen Gruppe.

Das Hufbein eines ausgetragenen Fohlens ist zwischen den distalen Fortsätzen der Hufbeinäste breiter als zwischen den proximalen. Mit zunehmendem Alter wird dieser Unterschied allmählich größer und beträgt bei einem jährigen Fohlen 5 mm. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes ist spitz, der proximale aber ist mehr abgerundet. Beide sind durch den Asteinschnitt von einander getrennt. Mit zunehmendem Alter verändert sich die Richtung des Sohlenrandes des Hufbeins und die des Randes des dorsalen Fortsatzes, so daß beide von einander abweichen. Der Sohlenrand nimmt im Bereiche des distalen Fortsatzes eine etwas nach außen gerichtete caudo-laterale, die Kante des proximalen Fortsatzes aber eine nach oben und rückwärts gerichtete Richtung. Der knorpelige proximale Fortsatz rundet sich allmählich ab und ist im Alter von 8 Monaten im postfetalen Leben schon stumpfhöckerig.

Das Hufbein ist bei der Geburt bis auf eine, unter dem Gelenk gelagerte Knorpelmaße, verknöchert.

Die Größenzunahme der einzelnen Teile des Hufbeins dauert in diesem Stadium an. Dasselbe wächst proximal, distal und wird auch breiter. Der mittlere Teil des Kronenrandes hebt sich besser hervor und bildet den bleibenden Streckfortsatz. Die Hufbeinäste entfernen sich immer mehr von der, durch den Streckfortsatz gelegten Vertikalebene und kommen weiter nach rückwärts zu liegen. Der distale Fortsatz wächst caudal, in der Richtung der Fortsetzung des Sohlenrandes und etwas nach außen, weiter. Der proximale Fortsatz des Hufbeinastes nimmt an Größe, ebenfalls in der Richtung nach rückwärts aber etwas nach oben und außen zu.

Am spätesten und zuletzt verknöchert der proximale Fortsatz des Hufbeinastes. Bis 14 Tage ist er noch knorpelig, im zweiten Monat bis zur Hälfte verknöchert und im Alter von 10 Monaten ist er der Verknöcherung vollständig unheim gefallen, nur eine dünne Knorpelschicht umgibt noch die Spitze desselben, da wo der Hufknorpel sich ansetzt.

Die Spongiosa und Kompakta verhält sich in den einzelnen Altersstufen sehr verschieden. Die Spongiosa des Hufbeins eines ausgetragenen Fohlens ist noch aus sehr reichen Knochenbälkchen aufgebaut; diese nehmen an Größe allmählich zu und im Alter von 1—2 Monaten sind

dieselben schon sehr derb und hart, sodaß die Spongiosa eine ausgeglichene Struktur aufweist. In der Nähe der Spitze des Hufbeins ist ein größerer Hohlraum vorhanden, der von Knochenbälkchen frei ist. Die Außenkompakta ist bei den jüngsten Hufbeinen in der unteren Hälfte der Wand- und Sohlenfläche in der Mitte des Hufbeins am stärksten. Mit dem Fortschreiten der Verknöcherung nimmt die Außenkompakta an Stärke zu und ist bei einem Fohlen von 14 Tagen an den erwähnten Stellen 1,5 mm stark. Zwischen dem ersten und zweiten Monat tritt ein Unterschied, in der Zunahme der Dicke zutage, in dem die Kompakta der Wand- und Sohlenfläche im mittleren Drittel sich besser entwickelt und an diesen Stellen ihre größte Stärke bekommt. Etwas schwächer ist sie an der Crista semilunaris und noch schwächer in der Nähe des Sohlenrandes. Gegen die Hufbeinäste nimmt sie an Stärke auch stark ab, besonders aber gegen die Gelenkfläche, wo am oberen Teil des Streckfortsatzes makroskopisch überhaupt keine Kompakta festzustellen ist. Die Innenkompakta ist bei den jüngsten Hufbeinen sehr schwach, nimmt im Verlauf des Wachstums allmählich zu und ist bei den älteren, an den Gefäßlöchern am stärksten.

Die Hufknorpel nehmen eine längliche Form an und bekommen eine mehr rechteckige Gestalt. Der obere Rand ist in diesem Stadium etwas welliger als in dem vorherigen. Der Hufknorpel ist mit dem dorsalen Fortsatz des Hufbeinastes in Form einer Brücke verbunden, welche immer breiter wird. Seine Konsistenz ist fester und derber.

V. Gruppe (zweijährig und älter).

Die Hufe haben sich im Verhältnis zur vorigen Gruppe nur in soweit verändert, als sie größer und an der Bodenfläche erheblich breiter als an der Krone geworden sind. Das Hufbein fand ich — zwei Hufe ausgenommen — bei sämtlichen untersuchten in der Hornkapsel eingeschlossen. Bei einem 10 Monate alten und einem einjährigen Fohlen ragt die Spitze des Streckfortsatzes über die Hornkapsel hinaus. Bei allen anderen liegt der höchste Punkt des Streckfortsatzes unterhalb der Verbindungslinie in einer Entfernung von 1,5—10,0 mm. Somit kommt auch die ganze Gelenkfläche in die Hornkapsel zu liegen. Die tiefste

stelle der Gelenkfläche und der hintere Hufbeinrand liegen in Verhältnis zum vorigen Stadium, der Sohle erheblich näher, da die Entfernung der erwähnten Punkte zur Richtungslinie bedeutend größer ist, als bei den jüngeren Fohlen; sie schwankt zwischen 5 und 25 mm.

Der Zehenteil der Wandfläche verläuft vom Sohlenrand ungefähr bis zwei Drittel ihrer Höhe in schräger Richtung und im oberen Drittel wesentlich steiler. Dadurch erfährt er an der Grenzzone beider Richtungen gleichsam eine Brechung und es entsteht hierdurch eine quer über das Hufbein ziehende muldige Vertiefung, die ihren größten Grad im Bereiche des Zehenteiles hat, lateral aber seichter wird. An den Hinterhufbeinen besteht diese Konkavität bloß an dem Zehenteil der Wand, die Seitenwände aber verlaufen vom Kronenrand bis zum Sohlenrand geradlinig.

Die Oberfläche im Bereiche des Kronenfortsatzes ist ziemlich glatt und geschlossen, der übrige Teil der Wand aber rauh und porös. Die Rauhigkeit wird durch die verschieden großen Gefäßlöcher und durch die, mit einander parallel gegen den Sohlenrand verlaufenden, kleinen, schmalen Knöchenleistchen bedingt. Seitlich von dem Kronenfortsatz, dicht unterhalb des Kronenrandes, sind an den Vorder- wie an den Hinterhufbeinen mäßig breite und tiefe Sandgruben vorhanden. Auch zieht eine, am Asteinschnitt beginnende Rinne, quer über die Seitenwand. Diese Gefäßrinne, Sulcus parietalis genannt, ist an ihrem Ursprung, am Asteinschnitt, am tiefsten und breitesten, wird gegen die Mitte des Hufbeines hin allmählich schwächer und endet schließlich an der Grenze der Zehen- und Seitenwand, meistens in einem größeren Gefäßloch.

Die Sohlenfläche läßt zwei verschieden gelagerte Abchnitte erkennen; einen proximalen, dem hinteren Hufbeinrand nahe liegenden kleineren, und einen dem Sohlenrand näher liegenden größeren. Der proximale Teil der Sohlenfläche in dem die beiden Sohlenlöcher liegen ist von dem hinteren Hufbeinrand, und der Crista semilunaris begrenzt. Er liegt höher als der übrige Teil der Sohlenfläche. In der Mitte desselben, zwischen den beiden Sohlenlöchern ragt eine höckerige Beule empor. Die Crista semilunaris zeigt eine rauhe Struktur. Vom proximalen Fortsatz des Hufbeinastes zieht auf jeder Seite ein abgerundeter Wulst

halbkreisförmig, der Crista semilunaris folgend, zu den beiden Sohlenlöchern (Fig. 12). Hier verliert sich der Wulst flach werdend in der Crista und am Rande der mittleren Beule. Dieser Wulst wird an seinem Grunde von einer Rinne begleitet, welche bis zu dem gleichseitigen Sohlenloch zieht. Der größere, zwischen Sohlenrand und Crista semilunaris liegende Teil, hat die Form einer Halbmondsichel, und zwar ist diese an den Vorderhufbeinen stumpfer als an den hinteren. An der Bodenfläche der distalen Fortsätze tritt die Porosität und Rauigkeit der Sohlenfläche besonders deutlich hervor.

Der Sohlenrand ist an den Hufbeinen der Schultergheißelmaße halbkreisförmig, an denen der Beckengliedmaße herabförmig; an beiden scharfkantig und leicht zackig. In der Mitte des Sohlenrandes ist zuweilen eine Einkerbung feststellbar.

Die Gelenkfläche wird durch einen, in schwachem Bogen verlaufenden Kamm in eine vordere größere und in eine hintere kleinere Fläche geteilt. Die vordere Fläche dient zur Artikulation der zweiten Phalanx und weist einen sagittal ziehenden flachen Kamm auf. Sie ist in sagittaler Richtung gleichmäßig konkav. Der hintere kleinere Teil der Gelenkfläche artikuliert mit dem Strahlbein, ist flach und besitzt in der Mitte die größte Breite, wird lateral schmaler und verschwindet in dem seitlich abgerundeten hinteren Hufbeinrand.

Das Hufbein behält seine schon erwähnte Wachstumsrichtung auch in diesem Stadium. Doch fällt in diesem Alter die größere Wachstumstendenz der distalen Fortsätze der Hufbeinäste gegenüber dem der proximalen Fortsätze auf. Bei einem 3 Monate alten Fohlen liegt die Spitze des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes ca. 9,9 mm, und die des dorsalen Fortsatzes 19 mm caudal, von der durch die höchste Stelle des Streckfortsatzes gelegten Vertikalebene. Bei den 2 Jahre alten Fohlen gestalten die Verhältnisse sich ganz anders. Hier liegt die Spitze des distalen Fortsatzes 23 mm und die des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes 27 mm caudal von genannter Linie. Die Entfernungen betrachtet, fällt auf, daß die Spitze des distalen Fortsatzes fast das Ende des proximalen Fortsatzes erreicht hat. Aus diesem Beispiel geht hervor, daß die Wachstumstendenz des distalen

fortsatzes des Hufbeinastes jetzt eine größere ist, als jene des proximalen Fortsatzes. Der distale Fortsatz wuchs für sich allein in der Fortsetzung des Sohlenrandes des Hufbeins nur mehr in caudaler Richtung, da das Hufbein seine bleibende Breite schon erreicht hat. Der proximale Fortsatz wuchs aus dem hinteren Teil der Endphalanx aus in proximocaudaler Richtung etwas nach außen, ohne die Peripherie des Sohlenrandes zu erreichen.

Der distale Fortsatz des Hufbeinastes ist spitz, die Oberfläche rauh und porös, der proximale Fortsatz ist glatt. Die dem Boden zugewandte Fläche beider Fortsätze zeigt zweierlei Strukturen. Die Oberfläche des distalen Fortsatzes ist porös und deutlich unterscheidbar von dem proximalen Fortsatz. Der zum proximalen Fortsatz ziehende Wulst bildet eine Grenze zwischen beiden Abschnitten der Sohlenfläche; die Oberfläche des Wulstes ist glatt.

Die Spongiosa besteht aus kleinen, unregelmäßig gegliederten Knochenbälkchen, die verschiedenen große Hohlräume in sich schließen. Den größten Umfang haben diese Hohlräume in der Mitte des Hufbeins, gegen die Gelenkfläche und gegen die Hufbeinäste werden sie kleiner. Die Außenkompakta ist unterhalb des Streckfortsatzes und im mittleren Drittel der Sohlenfläche etwas distal von den Sohlenlöchern und an der Crista semilunaris am stärksten. Von diesen Stellen lateral und distal, wird sie allmählich schwächer und hat ihren kleinsten Durchmesser am Sohlenrand, wo die Corticalis der Wand- und Sohlenfläche zusammenstoßen. Auch gegen das obere Gelenkende wird die Kompakta schwächer und verschwindet schließlich, so daß der obere Teil des Streckfortsatzes makroskopisch keine Corticalis erkennen läßt; lateral nimmt sie an Stärke etwas später ab und ist an den Bandgruben noch in mäßiger Dicke vorhanden. Die Innenkompakta steht mit der Außenkompakta in engster Verbindung, sie umkleidet die größeren Gefäße des Hufbeins und zieht von der Corticalis ausgehend, innen entlang. Am stärksten ist sie an den Sohlenlöchern, wo der Canalis semilunaris beginnt.

Die Hufknorpel haben eine längere Form. Der vordere obere Winkel ist aufgerichtet, der hintere untere nach abwärts gebogen. Der obere konkave Rand ist kantig, die übrigen Ränder mehr oder weniger abgerundet. Die obere Hälfte

ist auf der Innen- wie auf der Außenseite glatt, die untere an beiden Flächen mehr oder weniger uneben. Die Dickenverhältnisse des Knorpels sind in dessen einzelnen Teilen verschieden. Am dünnsten ist der Knorpel am oberen Rande, nimmt gegen die Mitte allmählich zu und erreicht seine größte Stärke am unteren Rande, welcher einen gegen die Mitte des Knorpels abflachenden Wulst darstellt. Diese Verdickung, welche mehr oder weniger auch als Ansatzstelle des tiefen Beugers dient, fällt in die Fortsetzung des über die Sohlenfläche des proximalen Fortsatzes ziehenden Wulstes. Der Hufknorpel ist im Bindegewebe eingebettet, in der oberen Hälfte desselben sind makroskopisch keine Bindegewebsfasern erkenntlich, in der unteren Hälfte aber, besonders in der wulstigen Verdickung, sind solche schon mit bloßem Auge feststellbar.

VI. Gruppe (normale und pathologisch veränderte Hufbeine erwachsener Pferde, Fig. 13 u. 14).

In diese Gruppe sind jene Hufbeine verschiedenen Alters eingereiht, die entweder ihre vollständige Ausbildung erreicht haben, oder eine Verlängerung des unteren und oberen Fortsatzes, oder beider, zeigen. Diese Hufbeine lassen deutlich erkennen, daß das völlig ausgebildete Hufbein auch noch nach dem normalen Wachstumsabschluß sich vergrößern kann, jedoch sind diese Veränderungen schon als krankhaft zu bezeichnen.

Das ausgebildete Hufbein kann sich noch weiter vergrößern, und zwar im Bereiche der Hufbeinäste. Das Größerwerden geschieht in zweierlei Richtungen und Formen, abhängig davon, ob der obere oder untere Ast sich verlängert, oder aber beide und ob der Hufknorpel mitverknöchert. Die Ursache des Weiterwachsens ist in den Reizzuständen zu suchen, die an den genannten Teilen entstehen infolge von traumatischen Einwirkungen mit nachfolgenden Entzündungserscheinungen und einseitiger Mehrbelastung wie insbesondere bei den unregelmäßigen Stellungen.

Das Weiterwachsen des volaren Fortsatzes geschieht im kaudalen Richtung in der Fortsetzung des Sohlenrandes des Hufbeins, und zwar im Zusammenhang mit der Raumverengung seitens der veränderten Hornkapsel gleichzeitig etwas nach innen, zumal die meist eingezogene Fersenwand

in weiteres Wachsen nach außen nicht gestattet. Beim alleinigen Weiterwachsen des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes (Fig. 14, 1) verschwindet der Asteinschnitt und nur die über die Seitenwand ziehende Gefäßrinne trennt denselben von dem einen stumpfen Höcker bildenden proximalen Fortsatz, der seine ursprüngliche Form bewahrt hat. Der krankhaft verlängerte untere Fortsatz verjüngt sich stark nach rückwärts und endet oft sehr spitz. Dies ist die eine Möglichkeit, nämlich daß bloß der untere Fortsatz sich verjüngt. Es kann aber der untere und der obere Fortsatz gleichzeitig weiterwachsen und der Hufknorpel teilweise oder ganz mit verknöchern (Fig. 14, 2). Wenn der distale und proximale Fortsatz sich gleichzeitig weiter vergrößern, gestalten sich die Verhältnisse am Hufbein im Bereiche der Äste wesentlich anders. Die Verlängerung des oberen Fortsatzes geht seltener allein vor sich, vielmehr nimmt auch meistens der untere Fortsatz daran teil, wenn auch oft in geringem Maße (Fig. 14, 3).

Die Form des verlängerten proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes kann sich verschiedenartig gestalten. Im Anfangsstadium der Vergrößerung desselben, wächst er auf Kosten des unteren Teils des Hufknorpels, indem er einen in den Hufknorpel hineinragende, nach oben hin verjüngende Spitze darstellt, die nach rückwärts und geringgradig nach außen gerichtet ist (Fig. 14, 2). Tritt im Prozeß aber kein Stillstand ein, so wächst er spangenförmig weiter und es kommt ein unregelmäßiges Gebilde zustande. Die Verknöcherung schreitet in schräger Richtung nach oben und rückwärts fort. Erst wenn der obere freie Rand des Knorpels erreicht ist, breitet sich die Verknöcherung nach vorn und rückwärts, über den ganzen Knorpel aus. Auffallend ist bei diesem Vorgang, daß der untere hintere Winkel des Knorpels der Verknöcherung am längsten widersteht und häufig nicht verknöchert.

Vielfach geht mit der Verknöcherung des Hufknorpels und dadurch auch mit der Zunahme des proximalen Fortsatzes, auch die Verlängerung des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes, einher. Bei geringgradiger Verlängerung des oberen und unteren Fortsatzes ist der Asteinschnitt noch vorhanden, beide sind von einander getrennt. Beim Weiterreifen der Verknöcherung aber wird derselbe allmählich

überbrückt und es besteht nur noch ein Astloch, durch welches die Gefäße in die auf der Seitenwand vorhandene Gefäßrinne ziehen. Die Überbrückung des Asteinschnittes vollzieht sich von oben her, indem der untere Rand des proximalen Fortsatzes herunterwächst und die beiden Fortsätze miteinander verschmelzen. Von diesem Stadium ab ist der proximale und distale Fortsatz mit einander innigst verbunden, beide sind aber an ihrer von einander abweichenden Struktur erkenntlich. Es kann nun der Fall sein, daß im Weiterwachsen des unteren Fortsatzes ein Stillstand eintritt, der obere Fortsatz aber an Größe weiter zunimmt, indem der Verknöcherungsprozeß im Hufknorpel fortschreitet. Verlängert sich aber der untere Fortsatz weiterhin, so trennt sich derselbe wieder von dem verlängerten oberen Fortsatz und vergrößert sich wiederum alleinstehend nach hinten und innen, dabei kann er sogar mit seiner Spitze die vordere caudalsten Punkt des verknöcherten Hufknorpels gezogene senkrechte Linie erreichen.

Auch in diesen Fällen hochgradigster Verlängerung behält der distale Fortsatz des Hufbeinastes hauptsächlich seine ursprüngliche Wachstumsrichtung, soweit nicht äußere Einflüsse hemmend wirken. Obwohl der untere, hintere Winkel des Hufknorpels noch nicht verknöchert ist, wächst der distale Fortsatz nicht in diesen hinein, sondern läßt diesen Raum frei und vergrößert sich nur in der Fortsetzung des Sohlenrandes des Hufbeins, nach hinten und innen.

Die Wachstumsrichtung, die von den beiden Fortsätzen schon im fetalen Leben und durch den ganzen Entwicklungsgang gezeigt wurde, wird auch nach der vollendeten Ausbildung, weiter beibehalten. Diese latente Wachstumstendenz des ausgebildeten Hufbeins, kommt auch im späteren Alter zur Geltung, indem die verschiedensten Reizzustände dieselbe aufflammen lassen. Das Ergebnis ist dann die Verlängerung der Fortsätze der Hufbeinäste, die voneinander getrennt, ein jeder für sich an Größe, ihrer fetalen Wachstumsrichtung folgend, zunehmen.

Für den Umstand, daß das krankhafte Zunehmen an Größe das Ergebnis der fetalen Wachstumstendenz ist, spricht auch die Struktur der beiden Fortsätze. Der verlängerte untere distale Fortsatz zeigt dieselbe Beschaffen-

heit, die er im Stadium seiner vollendeten Entwicklung besaß, nur ist im Grad ein Unterschied. Er zeigt eine schwammig-poröse Beschaffenheit und hat eine bimssteinartige Oberfläche, was besonders deutlich in den mittel- und hochgradigen Fällen in Erscheinung tritt. (Fig. 14,1.)

Der verlängerte proximale Fortsatz hat eine von dem distalen Fortsatz abweichende Beschaffenheit. Er ist durchwegs glatt, nicht rauh und porös, und hat demnach auch ein schwammartiges Aussehen wie der verlängerte untere Fortsatz. Nur in den hochgradigen Fällen ist die Oberfläche desselben leicht höckerig und von kleinen Löchern durchbohrt. Bei hochgradiger Verlängerung der Fortsätze zeigt auch die Wand- und Sohlenfläche eine vom normalen Hufbein abweichende Beschaffenheit. Die Wand ist hier schwammartig, die Sohlenfläche aber rarefiziert, von zahlreichen Löchern durchsetzt; auch ist der Sohlenrand scharfkantiger und zackiger als jener der Normalhufbeine.

Mikroskopisches.

Die Art der Verknöcherung ist an den beiden Fortsätzen des Hufbeinastes verschieden. Und zwar ist der proximale Fortsatz knorpelig präformiert, der volare aber hat nur eine bindegewebige Grundlage.

Der noch nicht verknöcherte Teil des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes besteht aus rein hyalinem Knorpel, in welchem die Knorpelzellen zunächst eine unregelmäßige Anordnung haben. Die dicht an die Verknöcherungszone angrenzenden Knorpelzellen vergrößern ihren Raum und nehmen eine geordnete Reihenstellung an. Diese Zone nimmt die Farbstoffe stärker an als der noch unveränderte Teil des hyalinen Knorpels. Der verknöcherte Abschnitt zeigt ein balkenartiges Gerüst mit großen Hohlräumen; in den Balken aber ist noch eine dunkel gefärbte, verkalkte Knorpelsubstanz sichtbar. Der Verknöcherungsprozeß greift nun in der Weise weiter, daß von der Verknöcherungszone ausgehende, kanalartige Höhlen in dem Knorpel entstehen, in welche die Knorpelzellen zu verkalken beginnen, und in deren Innenfläche Knochensubstanz gebildet wird. Durch die Auflagerung von Knochen werden die ursprünglich eiträumigen Höhlen verengert und in die sie umfassenden Balken verkalkte Knorpelsubstanz miteingeschlossen, die in

Gestalt dunkelgefärbter, zackiger Linien und Leisten in Knochengewebe hervortreten.

An dem distalen Fortsatz des Hufbeinastes spielt sich der Vorgang anders ab. Derselbe wächst in das an ihn angrenzende Bindegewebe. Der schon verknöcherte Teil bildet im mikroskopischen Bilde ein maschiges Gerüst. Es sind verschieden starke Knochenbälkchen vorhanden, die miteinander verbunden sind und Hohlräume in sich schließen. Der distale Fortsatz ist von faserigem Bindegewebe umgeben. Dasselbe schließt sich eng an den verknöcherten Teil an, aus welchem schmale Knochenbälkchen in das Bindegewebe hineinragen. Auf der Oberfläche der Knochenbälkchen finden sich großkernige Zellen in epithelartiger Anlagerung aufgelagert. Es sind dies die Knochenbildner Osteoblasten, die den verknöcherten Balken durch Apposition von Knochenmasse vergrößern.

Schlußbetrachtung.

Bezüglich der Lage des Hufgelenkes im Verhältnis zur Hornkapsel kann ich den Befund von Möller, daß die Gelenkfläche der Endphalanx der Feten im Alter von 6 und 10 Monaten mit dem oberen Rande der Krone in ein Niveau fällt, nicht ohne weiteres bestätigen. Ich habe die Gelenkfläche nur in einzelnen Fällen in dem Niveau der Krone gefunden; in der überwiegenden Mehrheit aber war bei den Feten und Fohlen bis zu einem Alter von 3—4 Monaten der obere vordere Teil der Gelenkfläche außerhalb der Hornkapsel gelegen. Der oberste Teil des Streckfortsatzes und der angrenzende Teil der Gelenkfläche liegt während des intrauterinen Lebens oberhalb der Krone, und erst wenn die Körperlast auf den Huf entsprechend einwirkt, erscheint das Hufbein in die Hornkapsel tiefer gesenkt. Die Spitze des Streckfortsatzes kommt dann dem Niveau der Krone näher zu liegen und bei den Fohlen im Alter von 5—8 Monaten ist das Hufbein und auch das ganze Hufgelenk meistens völlig in der Hornkapsel eingeschlossen.

Die Gelenkfläche des Hufbeins fand ich bei sämtlichen Hufen konkav. Und zwar ist der Grad der Konkavität bei den jüngeren Feten nicht so groß als im späteren Alter. Ich kann infolgedessen die Befunde Knauer's und Gläsel's nicht bestätigen. Es besteht zwar, im fetalen Leben eine

konvexe Fläche des Hufbeins, nur ist dies die des verknöcherten Teils, auf welcher die konkave, noch sehr dicke proximale Knorpelzone aufsitzt. Doch kommt diese nur nach der Mazeration des fetalen Hufbeins zum Vorschein, wenn der Gelenkknorpel sich von dem verknöcherten Teil des Hufbeins losgelöst hat.

Bezüglich der Form des Hufbeins, fand ich, daß dasselbe verschiedene Entwicklungsstadien durchmacht bis zu seiner vollendeten Ausbildung. Ich kann daher die Ansicht Möller's, daß bereits beim 8 Wochen alten Fetus das vollständig knorpelige Hufbein in seiner Gestalt einigermaßen der Form seiner vollendeten Ausbildung entspricht und daß bei der Geburt sämtliche Teile des Hufes angelegt und soweit ausgebildet sind, daß eine wesentliche Änderung in der Form und auch in den Bestandteilen nach der Geburt nicht mehr eintreten, nicht bestätigen. Ebenso wenig kann ich seiner Meinung, daß diejenigen Veränderungen, welche im extrauterinen Leben an dem Hufe vorkommen, sich lediglich auf die Größe des ganzen Hufes und seiner einzelnen Teile beziehen, nicht beipflichten. Meine Untersuchungen ergaben, daß das Hufbein der Feten in Form und Beschaffenheit der einzelnen Teile, sich von denen der Ausgebildeten unterscheidet. Am Hufbein des ausgewachsenen Fohlens lassen sich verschiedene Erscheinungen feststellen, die bei den Feten überhaupt nicht vorhanden sind.

Bei den jüngeren Feten ist der Streckfortsatz noch nicht vorhanden, was auch Knauer und Gläsel festgestellt haben. Derselbe ist im Alter von 9—10 Monaten knorpelig präformiert, nimmt an Größe allmählich zu und ist im 8.—10. Monate nach der Geburt, schon völlig ausgebildet und verknöchert. Die Bandgruben und die, vom Asteinschnitt gegen die Mitte des Hufbeins ziehende Gefäßrinne sind bei den Feten noch nicht feststellbar. Die Ansatzstellen der Gelenkbänder flachen aber allmählich ab, beim 2—3 Monate alten Fohlen sind diese schon leicht konkav und beim 10 Monate alten sind schon mäßig tiefe Gruben vorhanden. Die Gefäßrinne auf der Wandfläche ist ebenfalls bei den Fohlen im Alter von 1—2 Monaten schon angeeutet. Die auf der Wandfläche vorhandenen Knochenwistichen sind nach der Geburt kaum wahrnehmbar; im 10. Monate aber haben diese schon eine erhebliche Größe. Der

Sohlenrand des Hufbeins ist bei den Feten nach vorne zugespitzt; nach der Geburt aber ist derselbe an den Vorderhufbeinen halbkreisförmig, an den hinteren herzförmig. Eine Einkerbung an der Spitze des Hufbeins ist während des intrauterinen Lebens nicht festzustellen; bei den Fohlen im Alter von 8 Monaten ist die genannte Stelle schon abgeflacht, zuweilen schon eine mäßig tiefe Usur vorhanden. Die Sohlenfläche ist bei den Feten im großen und ganzen glatt und eben. Im 2. Monate nach der Geburt ist zwischen den Sohlenlöchern eine höckerige Erhebung sichtbar, die an Größe allmählich zunimmt; auch kommt in diesem Alter die Crista semunilaris und der, von dem proximalen Fortsatz des Hufbeinastes bogenförmig gegen die Mitte der Sohlenfläche ziehende Wulst, zum Vorschein. Die Sohlenfläche ist in ihrer Querrichtung gewölbt, bei den Fohlen hochgradiger als bei den Feten. Der Asteinschnitt ist schon im 6. Monat des embryonalen Lebens angedeutet und fällt mit der Verknöcherungszone in eine Richtung. Mit der fortschreitenden Verknöcherung und dem Wachstum der Endphalanx wird er immer ausgeprägter und auch breiter; an Tiefe nimmt er nur ganz wenig zu, wobei er mit der Verbreiterung des Hufbeins sich proportional nach außen verschiebt. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes ist in diesem Alter angedeutet und verknöchert, während dessen die Anlage des proximalen Fortsatzes noch knorpelig ist. Das Hufbein ist im 6. Monat des fetalen Lebens schon bis über die Hälfte verknöchert; die Knorpeldicke der Gelenkszone beträgt noch $4\frac{1}{2}$ —5 mm. Die Verknöcherung schreitet allmählich weiter und zuletzt verknöchert der proximale Fortsatz des Hufbeinastes im 8.—10. Monate nach der Geburt.

Das Hufbein nimmt an Größe in drei Richtungen zu. Es wächst proximal, streckt sich distal und verbreitet sich in der Querrichtung. Der distale Fortsatz des Hufbeinastes wächst aus der distalen Hälfte des Hufbeins für sich und unabhängig von dem proximalen Fortsatz nach hinten und etwas nach außen; sobald das Hufbein aber seine ausgebildete Breite erreicht hat, streckt er sich nur mehr caudal. Der proximale Fortsatz nimmt mit der proximalen Hälfte der Endphalanx zu und wächst in einer etwas nach außen gerichteten, proximo-caudalen Richtung. Das Weiter-

achsen der Fortsätze des Hufbeinastes nach der vollständigen Ausbildung des Hufbeins ist, wie ich mich durch meine Untersuchungen überzeugt habe, das Wiederaufflammen der fetalen Wachstumstendenz, die infolge von Reizzuständen wieder zutage tritt. Die beiden Fortsätze des Hufbeinastes behalten auch während dieses pathologischen Vorganges hauptsächlich ihre fetale Wachstumsrichtung, indem der dorsale Fortsatz auf Kosten des Hufknorpels in diesen hineinwächst, der volare Fortsatz aber in der Fortsetzung des Sohlenrandes des Hufbeins, sich vergrößert.

Die Kompakta ist schon in dem 6. Monat des fetalen Lebens, als eine dichte, die Spongiosa umhüllende dünne Knochenmasse, feststellbar. Im Verlauf der Entwicklung wird sie immer stärker und ist bei einem 2 Jahre alten Hohlen dicht unterhalb des Streckfortsatzes, an der Crista semilunaris und in dem mittleren Drittel der Sohlenfläche, zwischen den Sohlenlöchern, am stärksten.

Die Innenkompakta ist bei den jüngeren Feten noch nicht entwickelt, nach der Geburt aber ist sie schon in einer erheblichen Dicke, die Gefäßkanäle begleitend, vorhanden.

Den, von Stolch beobachteten größeren Hohlraum, der Nähe der Hufbeinspitze, habe ich ebenfalls festgestellt. Es handelt sich bei diesem um den Canalis semilunaris, der auf dem Längsschnitt erscheint.

Der proximale Fortsatz des Hufbeinastes ist knorpelig vorgebildet und verknöchert enchondral, indem der Verknöcherungsprozeß von innen her gegen die Oberfläche schreitet. Der distale Fortsatz wächst in bindegewebiger Grundlage weiter, verknöchert periostal, da die Knochenmasse von außen her abgelagert wird.

* * *

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich nicht unterlassen, dem Vorstand des Instituts für Huf- und Beschirungskunde, Herrn Universitätsprofessor Dr. Erwin Moser, für seine mir allzeit bereitwilligst erteilten Ratschläge und liebenswürdige Unterstützung bei der Arbeit auch an dieser Stelle einen innigsten Dank abzustatten.

Literaturverzeichnis.

1. K. Albert: Untersuchungen über den Flach- und Vollhuf des Pferdes. Inaug.-Diss. Dresden 1909.
2. R. Bonnet: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Berlin 1907.
3. Claus-Grobbe: Lehrbuch der Zoologie. Marburg-Hessen 1923.
4. O. Corlens: Beitrag zur embryonalen Entwicklung des Extremitätenskeletts beim Pferd und Rind. Die spätere Entwicklung der Phalangen und die Verknöcherungen des Skeletts. Jahresberichte von Ellenberger-Schütz 1928, I. Hälfte.
5. R. Eberlein: Die Hufkrankheiten des Pferdes 1908. Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe und Chirurgie 4. Bd., 2. Teil.
6. Ellenberger-Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1926.
7. P. Ehlers: Ein Beitrag zur Histologie des Hufknorpels vom Pferde. Inaug.-Diss. Berlin 1910.
8. Engel: Die Stellung der Zehenknochen bei Pferd und Rind. Hufschmied 1920 Nr. 7, S. 87.
9. H. Erle: Untersuchungen über die Hufknorpel des Pferdes. Inaug.-Diss. Dresden 1913.
10. M. Gläsel: Zur Architektur des Hufbeins und seiner physiologischen Transformation. Inaug.-Diss. Dresden 1916.
11. W. Greyer: Topographisch-anatomische Untersuchungen des Hufes vom Pferde. Inaug.-Diss. Dresden 1911.
12. Großbauer-Habacher: Der Huf- und Klauenbeschlag. Wien 1913.
13. Gutenäcker: Die Hufkrankheiten des Pferdes. Stuttgart 1901.
14. O. Hertwig: Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1910.
15. Derselbe: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena 1910.
16. K. Jaritz: Veränderungen des Hufbeins bei Trachten und Sohlenzwanghufen. D. T. W. 1920, Nr. 49, S. 582.
17. Th. Kitt: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie. Stuttgart 1920.
18. P. Knauer: Beitrag zur Statik und Mechanik des Hufbeins. Inaug.-Diss. Berlin 1909.
19. L. Kundsinn: Über die Entwicklung des Hornhufes bei einigen Ungulaten. Inaug.-Diss. Dorpat 1882.
20. Leisering-Hartmann-Lungwitz: Der Fuß des Pferdes. Hannover 1913 u. 1927.
21. Lungwitz: Beziehungen zwischen Huf und Hufbein. Hufschmied 1920, Nr. 1.
22. Derselbe: Krankheiten des Hufes. Handb. d. Tierärztl. Chirurgie und Geburtshilfe von Bayer-Fröhner 4. Bd., 2. Teil.
23. B. Martin: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere 1. Bd. Stuttgart 1912.

- Moser-Gutenäcker: Beschlag und Pflege von Huf und Klaue. Stuttgart 1926.
- H. Möller: Die Entwicklungsgeschichte des Hufes. Mag. f. die gesamte Tierheilkunde, Jahrg. 38 (1872), S. 321.
- Palmann: Das Verhältnis zwischen Hornschuh und Hufbein. D. T. W. 1922, S. 151.
- O. Cl. Richter: Über den Bau und die Funktionen der Fußenden der Peryssodaetilia unter besonderer Berücksichtigung der Beugungsvorgänge am Hufe. Inaug.-Diss. Dresden 1905.
- F. Riedel: Über die Gefäßräume und Kompakta der Phalanxtertia des Pferdes. Inaug.-Diss. Dresden 1918.
- B. Romeis: Taschenbuch der mikroskopischen Technik von Böhm-Opel. München-Berlin 1922.
- I. Saarni: Die intrauterine Entwicklung der Extremitätenknochen des Pferdes. Inaug.-Diss. Gießen 1921.
- Schmidtchen: Ein Beitrag zur Aetiologie und zum Wesen der Necrose des Hufknorpels. Inaug.-Diss. Leipzig 1924.
- H. Schwyter: Die Gestaltsveränderungen des Pferdefußes. Bern 1906.
- J. Sobotta: Atlas und Lehrbuch der Histologie und mikroskop. Anatomie des Menschen. München 1911.
- Stiegler: Hufschmied 1892.
- H. Stolch: Ein Pferdefetus von 202 Tagen. Inaug.-Diss. München 1920.
- A. O. Stoß: Anatomie und Physiologie der Phalangenbänder des Pferdes. Monatshefte f. Prakt. Tierheilk. 6. Bd., S. 481.
- R. Schmaltz: Anatomie des Pferdes. Berlin 1919.
- P. Tetzner: Beiträge zur Kenntnis des Wesens und der Bedeutung der Transformation der Knochen, für Knochen- und Gelenkkrankheiten des Pferdes. Inaug.-Diss. Berlin 1911.
- H. Thoms: Untersuchungen über Bau, Wachstum und Entwicklung des Hufes der Artiodactylen, insbesondere des *Sus scrofa*. Inaug.-Diss. Karlsruhe 1896.
- Ussow: Über Alters- und Wachstumsveränderungen am Knochengestell der Haussäuger. Arch. f. wiss. und prakt. Tierheilk. Bd. 27, S. 339.
- A. Zimmermann: Fejlödéstán (Entwicklungslehre). Budapest 1923.
- Derselbe: A háziállatok anatómiája (Anatomie d. Haustiere). Budapest 1923.
- J. Zimmermann: Über Messungen des Hufumfanges an der Krone und am Tragrande. Inaug.-Diss. Dresden 1913.
- Zietzschmann: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. Berlin 1924.
-

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1: Schematische Darstellung eines Sagittalschnittes des Hufes. a—b: Verbindungslinie zwischen dem höchstgelegenen Punkte der Krone und des Ballens.

I. Hufbein, II. Strahlbein, III. Kronbein.

1. Entfernung der Spitze des Streckfortsatzes,
2. Entfernung des tiefsten Punktes der Kronhufbeingelenkfläche,
3. Entfernung des hinteren Hufbeinrandes von der Verbindungslinie.

Fig. 2: Schematische Darstellung eines Hufbeins. a—b: Durch den höchsten Punkt des Streckfortsatzes gelegte Vertikalebene.

1. Entfernung des distalsten Punktes des Sohlrandes,
2. Entfernung der Spitze des distalen Fortsatzes,
3. Entfernung der Spitze des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes von der Vertikalebene.

Fig. 3 mit 11: Schematische Darstellung der Entwicklung des distalen Fortsatzes des Hufbeinastes und der Verknöcherung des Hufbeins; (gerautet = verknöchert Teil, weiß = knorpeliger Teil quer gestrichelt = Hufknorpel).

Fig. 3 = Hufbein und Hufknorpel eines 36 cm langen Fetus,

" 4 =	"	"	"	"	44	"	"	"
" 5 =	"	"	"	"	70	"	"	"
" 6 =	"	"	"	"	6	Monate	alten	Fetus,
" 7 =	"	"	"	"	11	"	"	"
" 8 =	"	"	"	"	8	Tage	"	Fohlens.
" 9 =	"	"	"	"	6	Monate	"	"
" 10 =	"	"	"	"	10	"	"	"
" 11 =	"	"	"	"	2	Jahre	"	"

Fig. 12: Halbierete Hufbeine mit Hufknorpeln. a) Die sagittale Schnittfläche des Hufbeins, b) die Innenfläche des Hufknorpels, c) wulstige Verdickung des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes. Dieser von der Crista semilunaris kommende Wulst auf der Sohlenfläche des proximalen Fortsatzes ist bei den ersten Hufbeinen noch nicht, dagegen bei den übrigen Hufbeinen deutlich ausgeprägt.

Fig. 13: 5 normale Hufbeine (eines ausgetragenen Fetus, eines 1/2-jährigen, 1-jährigen, 1 1/2-jährigen und eines 2-jährigen Fohlens), welche die fortschreitende Ausbildung der beiden Fortsätze des Hufbeinastes und dessen gesamte Umbildung zeigen.

Fig. 14: Drei pathologische Hufbeine, von denen das erste die alleinige krankhafte Verlängerung des distalen Fortsatzes zeigt, das zweite die krankhafte Vergrößerung der beiden Fortsätze und das dritte vor allem die starke Vergrößerung des proximalen Fortsatzes im Sinne der Hufknorpelverknöcherung ohne wesentliche Mitbeteiligung des distalen Fortsatzes.

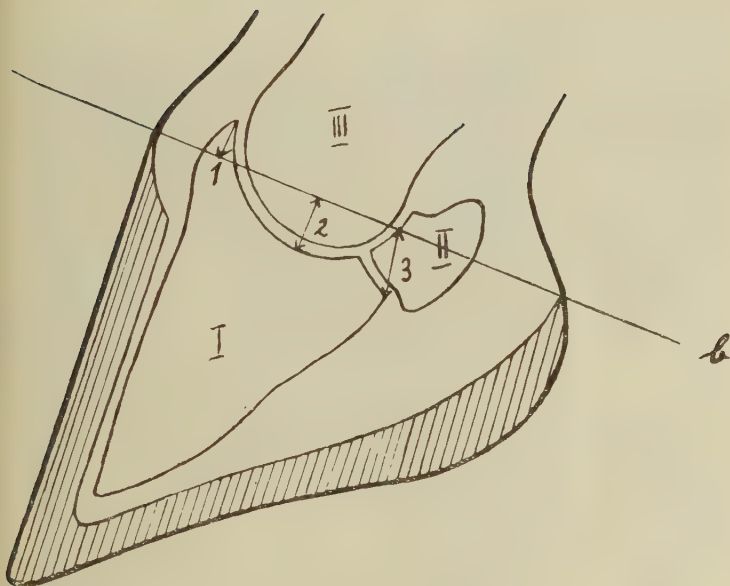


Fig. 1.

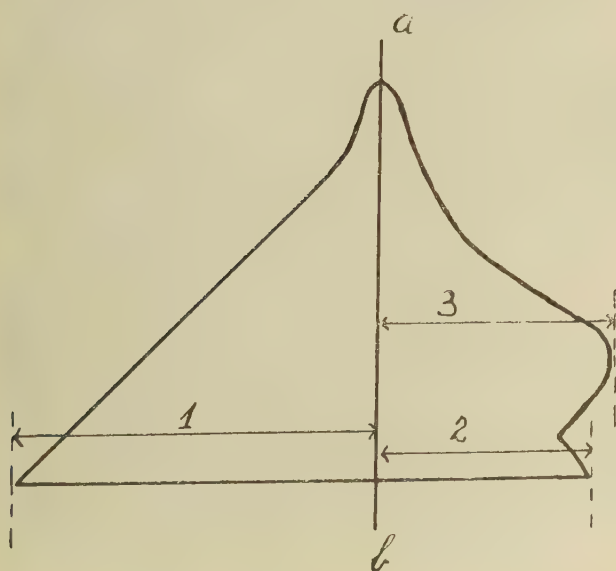


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

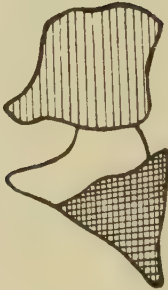


Fig. 7.

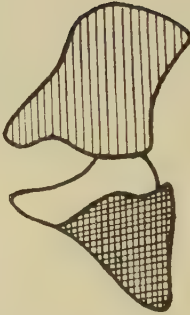


Fig. 8.

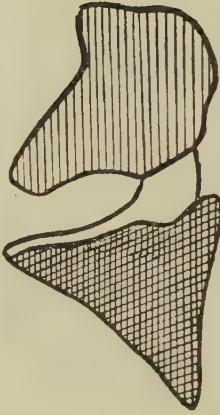


Fig. 9.

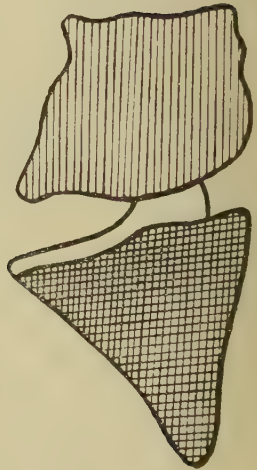


Fig. 10.

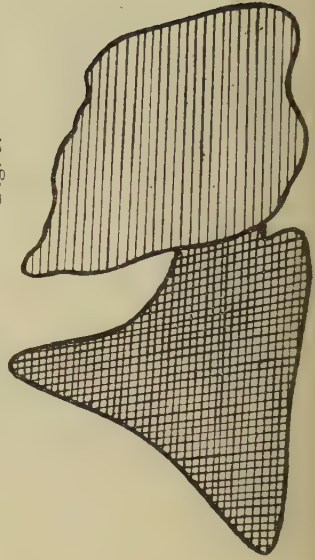


Fig. 11.

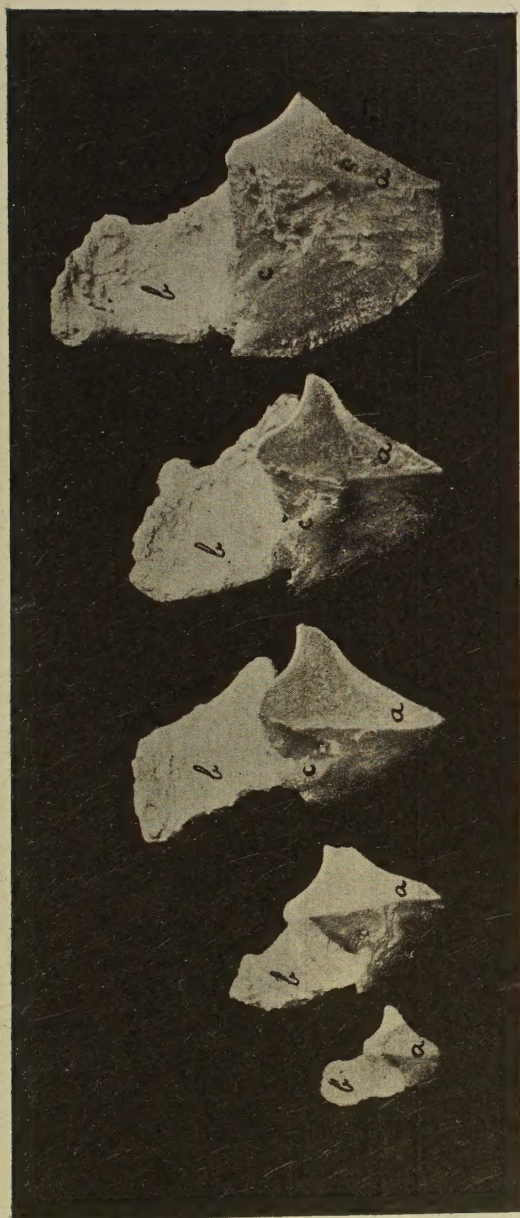


Fig. 12. a) Sagittale Schnittfläche des Hufbeins. b) Hufknorpelinnenfläche. c) Verstärkungswulst des proximalen Fortsatzes des Hufbeinastes.

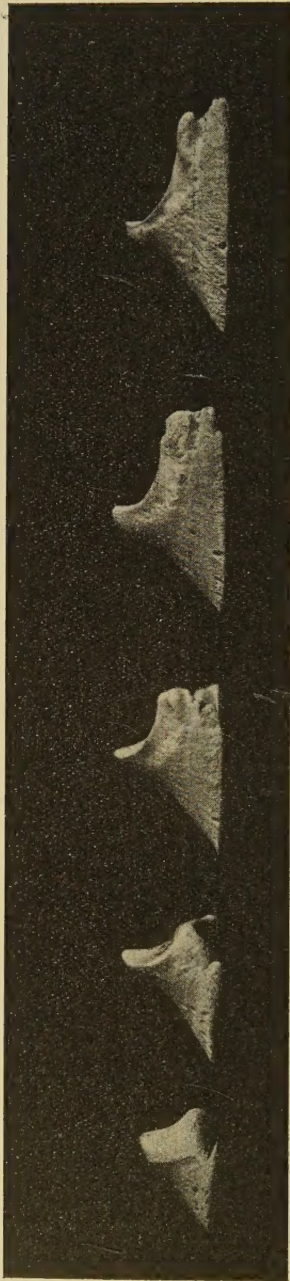


Fig. 13. Normale Entwicklung des Hufbeinastes und seiner beiden Fortsätze an den Hufbeinen eines ausgetragenen Fetus, eines $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 jährigen Fohlens.

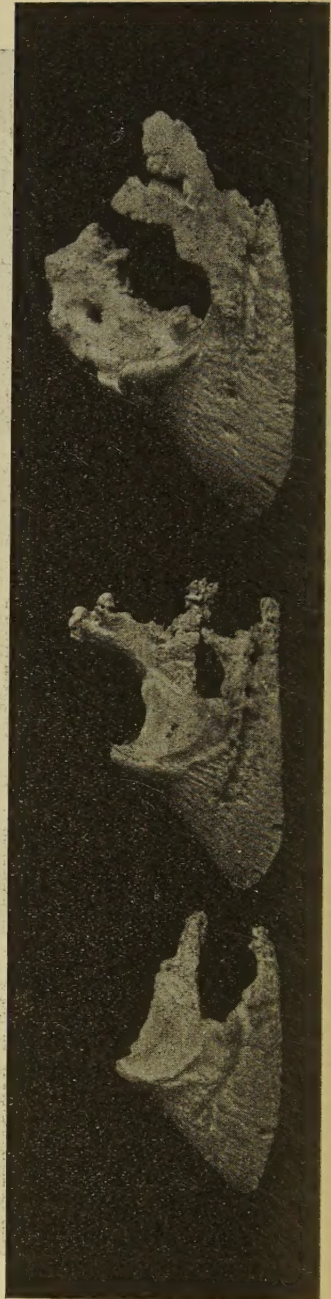


Fig. 14. Drei Hufbeine mit pathologisch veränderten Hufbeinästen. Hufbein I mit stark verlängerten distalen

Lebenslauf.

Ich, Adam Muszar, wurde am 9. Mai 1905 in der wäbischen Gemeinde Schag in Rumänien, als Sohn des Landwirtes Adam Muszar, geboren. Den ersten Unterricht erhielt ich in meinem Geburtsort, in der dortigen Volksschule. Nach Beendigung der 5. Klasse trat ich im September 1916 in die Oberrealschule zu Temesvar ein, in der ich doch nur 2 Jahre blieb. Im Herbst 1918 übertrat ich in die 3. Klasse des dortigen Piaristengymnasiums, das ich im Juli 1924 mit dem Reifezeugnis verließ. Darauf widmete ich mich dem Studium der Veterinärmedizin und bezog im Oktober 1924 die tierärztliche Hochschule zu Budapest. Am 5. Juni 1925 bestand ich die tierärztliche Grundprüfung, am 9. Juni 1926 das erste, und am 14. Juni 1927 das zweite Rigorosum. Im Oktober desselben Jahres trat ich mich an genannter Anstalt exmatrikulieren und bezog zwecks Beendigung meines Studiums an die tierärztliche Fakultät nach München. Am 5. Juli 1929 erlangte ich die Approbation als Tierarzt. Seitdem arbeitete ich an der Fertigstellung vorliegender Arbeit, die mich schon während meiner Studienzeit beschäftigte.

